



O wrażeniach zmysłowych.

PRZEZ

D-ra Henryka Nussbauma.

z licznymi drzeworytami w tekście.

20

WARSZAWA.
NAKŁADEM REDAKCYI „WĘDROWCA.”

—
1885.

Дозволено Цевзурою. .
Варшава, 2 Октября 1885 года.

8984/2

ОСТА
18

PRZEDMOWA.

Rzecz, którą w niniejszych kartkach podać się ośmielam szerszemu kołu czytelników, miałem zaszczyt przed rokiem wygłosić w sali ratuszowej na rzecz Warsz. Tow. Dobr. Jakkolwiek zachowałem ogólną formę odczytową, treść jednak uzupełniłem pod wielu względami; pomimo to nie podaję tu wcale wyczerpującej nauki o zmysłach nawet w znaczeniu wykładu popularnego. Zmysły człowieka — to przedmiot tak obszerny i trudny, że wyłożyć go można jedynie jako ostatni i rozciągły bardzo rozdział wykładu całej fizjologii. Trzeba mieć pojęcie o układzie kostnym, mięśniowym, nerwowym, naczyniowym, gruczołowym, o przeróbce materji, o historii rozwoju, aby mógł zdać sobie sprawę z owych kunsztowych przyrządów, które nazywamy przyrządami zmysłów naszych — co więcej, trzeba posiadać pewien zasób wiedzy z dziedziny fizyki i chemii (teoryja łamania się promieni świetlnych, nauka o dźwiękach i t. p.) by mógł podziwiać misterną celowość najdrobniejszych szczegółów w budowie np. oka lub ucha naszego. Trudno wymagać od szerszych kół czytelników odpowiedniego

przygotowania, niemniej wszakże sędzę, iż pojęcia o istocie wrażeń zmysłowych nabyć można bez dokładnej znajomości tych wszystkich faktów naukowych, na mocy których dopiero nauka osiągnęła poznanie zmysłów. Podstawy nauki współczesnej tak głęboko sięgają w grunt zjawisk przyrody i takie dalekie obszary ich zajmują, że przeciętny człowiek wykształcony, chcąc treść jej szczegółową ogarnąć, nie mógłby nigdy ze sfery oderwanych faktów wznieść się do objęcia wspaniałych konturów gmachu olbrzymiego wiedzy ludzkiej. Gdy rzeczą uczonych badaczy jest z drobnych pomiarów, ciągnąć dalej rysunek całości, rzeczą wykształconego ogółu jest interesować się koniecznie całokształtem, który pod postacią ostatnich wyników nauki kształci nasze poglądy ogólne na przyrodę i człowieka. Są erudyci, którzy poza sferę szczegółowych swoich dociekań wznieść się nie umieją i raczej bezwiednie dla celów wiedzy pracują jak ów kopacz najemny, który na zwaliskach zasypanego miasta starej Grecyi, istne skarby odkrywa bez rozumienia historyczno-etnograficznego znaczenia wykopalisk; są znowu erudyci, którzy studyjując harmonijne proporcey linii, łuków i ostrokregów gotyku, sądzą, że nie-architekt, nie znający dostatecznie matematyczno-mechanicznych zasad równowagi i proporcey, nie zdolny jest zachwycać się pięknem budowy; pierwsi są z usposobienia przeciwnikami ogólnych poglądów, drudzy—sądzą że podawanie w formie przystępnej szerszym kołom, wyników nauki uogólnionych, jest zupełnie bez pożytku, gdyż nie znając podstaw,

nie można ani zrozumieć, ani pojąć znaczenia budowy szczytów. Zdanie to wszakże wydaje mi się mylnem; czyż nie jest kształcąca dla przeciętnego człowieka wiadomość, że ziemia obraca się na około słońca—jakkolwiek mało kto wie na jakich drogach nieśmiertelny Kopernik prawdy tej dociekł, lub jaki jest cały szereg faktów ścisłych, na którym prawda ta się opiera; czyż nie jest kształcącem dla przeciętnej inteligientnej jednostki, wiedzieć że cała różnokształtna materija składa się z niewielu pierwiastków chemicznych, że ruchy atomów i zmienny ich układ, tworzą wszelkie przemiany ciał—jakkolwiek obcym dla niej będzie cały ogrom faktów z dziedziny chemii i cały szereg prac nad gazami, które nauczyły obliczać względną wartość atomów? Czyż nie jest kształcącem dla każdego myślącego człowieka znać teorią o pochodzeniu gatunków, o warunkach rozwoju i doskonalenia się istot żyjących na ziemi—jakkolwiek dla niego obcą jest cała dziedzina wiedzy zoologicznej?

Owszem, poglądy uogólniające są niesłychanej użyteczności dla ludzi chcących posiadać wykształcenie godne człowieka, a posiadanie ich jest możliwem pomimo niemożliwego posiadania wszystkich zasobów wiedzy szczegółowej.

W pracy niniejszej miałem na celu podać ogólne pojęcie o istocie wrażeń zmysłowych i dla tego pominąłem bardzo wiele szczegółów, których pominąć by mi nie było wolno, gdyby mi chodziło o wtajemniczenie czytelników w naukę całą o naszych zmysłach. Głównie też rozwinałem to co stanowi podstawowy

element zmysłów naszych, nie wdając się bardzo w szczegóły budowy przyrządów samych, a zwłaszcza pominąłem niemal całkiem przyrządy dodatkowe, które służą do udokładnienia używalności naszych zmysłów. Sądzę, że zdanie sobie sprawy z istoty naszej wrażliwości zmysłowej, jest dla każdego myślącego człowieka rzeczą interesującą i pożyteczną; celem mojem było ułatwić to zdanie sprawy — czy potrafiłem, że się tak wyrażę, uchwycić właściwe jądro rzeczy, czy potrafiłem choćby w małej części odpowiedzieć wymaganiom interesującego się zagadnieniami wiedzy czytelnika — nie mnie o tem sądzić.

Cała wiedzy ludzkiej skarbnica, czerpie treść swoją ze świata, który nas otacza, z tego dziwnego świata, który przez dziwne pośrednictwo zmysłów naszych, staje się dla nas światem widowym w najobszerniejszym słowa tego znaczeniu—staje się dla nas ową cudowną, niepojętą, najdziwniejszą nieledwie ze wszystkich dziwów: naszą *świadomością*.

Ja wiem że jestem, wiem że jest otoczony całym nieskończonym światem po za moim „ja” bytującym, w którym tysiące zjawisk w czasie i przestrzeni obok siebie i po sobie się rozegrywa—wiem, że jestem bezustannie pod wpływem tego świata zewnętrznego, jestem do niego przykuty, ani na chwilę z pod wpływu jego wyrwać się nie jestem mocen, wiem także, że otoczony jestem tysiącami podobnych do mnie istot, które są takimi jak ja *mimowolnymi* bytu uczestnikami; tego wszystkiego jestem świadom, a świadomość tę zawdzięczam moim *zmysłom*. Gdybym ja samego siebie nie widział i świata gdybym nie widział, gdybym głosu własnej piersi nie słyszał, ani żadnego szmeru po za mną, gdybym ja sam siebie nie mógł dotknąć i gdybym żadnej rzeczy zewnątrz siebie nie mógł dotknąć, gdybym nie czuł żadnego kształtu, ani żadnej twardości, gdyby mię nie nigdy nie bolało,

ani żadnej gdybym nie czuł rokoszy, słowem, gdybym żadnego nie posiadał zmysłu, świadomości mojej treść wypełniałoby jedno wielkie nic. Mógłbym istnieć, ale o istnieniu swoim nic a nic bym nie wiedział. *Nullum est in intellectu quod non fuerat in sensu*, zupełnie słusznie wyrzekł jeden z filozofów: umysł nasz czerpie treść wszelką w zmysłach naszych.

Gdy pominiemy całą olbrzymią dziedzinę nauk przyrodniczych, o których nikt nie wątpi, że czerpią materyjał ze świata zmysłowego, gdy pominiemy nauki, których przedmiotem jest sam człowiek, zaznaczając tu tylko, że przecież dla każdej ludzkiej jednostki, wszystkie inne są światem zewnętrznym, tylko przez zmysły dla nas dostępnym, boć wszakże i najodderwanwsze myśli i pojęcia nie mogą od jednostki do jednostki przejść inaczej jak drogą wrażeń zmysłowych: głosem słyszonym, słowem czytany lub czynem widzianym, gdy pominiemy wzmiankowane nauki, toż przyznać musimy, że nawet tak oderwana nauka jak *matematyka*, opiera się na prawdach pierwotnych, do których umysł ludzki doszedł przez doświadczenie za pośrednictwem zmysłów nabyte. Jakkolwiek matematyka zajmuje się liczbami oderwanymi, to zawsze domyślamy się liczby pewnych jakichkolwiek rzeczy, tylko ponieważ gdzie idzie o liczby, charakter rzeczy jest dla nas zupełnie obojętnym, odrywamy od rzeczy liczbę samą i potęgą rozumu szukamy własności liczb. Gdybyśmy nigdy nie widzieli choćby jednej rzeczy, nie mielibyśmy z pewnością w umyśle naszym pojęcia *jednostki* jako elementu wszelkiej liczby. Tak zwane *pewniki* w ggeo-

metryi, czyli prawdy pierwotne, których oczywistość nawet nie daje się dowodzić, jak np. że część jest mniejszą od całości, że dwie ilości równe trzeciej są sobie równe, że dwie linije proste tylko w jednym punkcie mogą się przeciąć—to nie są wcale *konieczności* spoczywające w łonie ducha naszego, to nie kategoryje czystego rozumu, to nie są nieodzowne składowe części ducha naszego, jak to sądziły niektóre szkoły filozoficzne — ale to są *konieczności* świata zewnętrznego, są to prawdy elementarne, których dowodzi nam *świadectwo zmysłów naszych*—a wszakże pewniki te, niepotrzebujące dowodzenia, są punktem wyjścia całego idealnego gmachu prawd matematycznych.

Filozofija zdaje się czasem zajmować pojęciami, które jakoby stanowią treść naszego ducha, które jakoby realnego bytu nie mają, a poczęte są w duchu naszym i wraz z duchem naszym — wszakże to tylko pozornie. Każde pojęcie, które zdaje się na pozór nie mieć własnego samodzielnego bytu, jest w istocie oderwaną tylko częścią pewnych, realnie istniejących rzeczy lub zjawisk i tylko drogą wrażeń zmysłowych mogło przejść do świadomości naszej, do treści naszego ducha. Wiemy np. że każde ciało posiada pewien kształt, pewną wielkość, barwę, zbitość, że znajduje się albo w spoczynku, albo w ruchu, że wywiera pewne działanie na rzecz inną, słabsze lub silniejsze, trwałe lub chwilowe, pożyteczne lub szkodliwe. Ta rzecz, jej stan i czynność należą do świata zmysłowego; tylko my jesteśmy w stanie pominąć wszystkie inne własności tej rzeczy i oderwać od niej w wyobra-

zni naszej tylko jej wielkość czyli *przestrzeń* jaką zajmuje, albo tylko jej ruch czyli *kierunki* w jakich zmienia miejsce, albo tylko *siłę*, jaką ona wywiera, albo tylko trwanie jej działania czyli *czas*, albo tylko *pożyteczność* lub *szkodliwość* tej siły. Ani sama przestrzeń, ani sam kształt, ani sam ruch, ani siła sama, ani czas sam, ani pożyteczność lub szkodliwość jako byty same w sobie, lub jako kategorie ducha nie istnieją, one istnieją tylko jako oderwane duchowe pojęcia w umyśle naszym — ale nie w duchu zrodzone a przenikłe do niego ze świata zewnętrznego drogą *wrażeń zmysłowych*. Gdyby oczy nasze nigdy nie widziały, lub gdybyśmy nigdy nie doznali uczynku dobrego, nie mielibyśmy pojęcia *dobroci*, gdybyśmy nigdy nie widzieli czynu złego, nie posiadalibyśmy pojęcia *cnoty*. Gdybyśmy nie widzieli zmysłami naszymi, że po jednym zjawisku naturalnym, musi zawsze następować inne, przez poprzednie wywołane, nie posiedlibyśmy w umyśle naszym pojęć filozoficznych przyczynowości i celowości, konieczności i przypadku.

Opuśćmy dziedzinę rozumu czystego i zwróćmy się ku tej drugiej ducha ludzkiego władzy potężnej, ku fantazji. Wszystko to co nie istnieje w świecie zewnętrznym, a istnieje tylko jako obraz we wnętrzu duszy naszej stanowi świat fantazji, wszystkie istotne, dotykalne płody twórczości artystycznej, które nie mają ścisłych podobizn w naturze, które są mniej lub więcej skończonymi ideałami sztuki — mają być odbiciem, urzeczywistnieniem ideałów zrodzonych w duchu

artysty, owocem twórczej artystycznej fantazyi. Ale czy którykolwiek, najbujniejszą obdarzony fantazyją artysta lub poeta, pomyślał czy wyroił cokolwiek, czego by pierwowzór do duszy jego nie przeszedł z dziedziny rzeczywistości, z tego świata, który jedynie przez pośrednictwo zmysłów naszych nam się objawia? Może bujna fantazyja dziwacznie lub idealnie łączyć kształty w naturze zawsze od siebie dalekie, lub rozpraszać takie, które w naturze zawsze w połączeniu występują, ale materiału utworom fantazyi dostarczą zawsze wrażenia zmysłowe. Twarz ludzka np jest istotnym duszy zwierciadłem. Szlachetność, niećność, prostota, duma, czystość, bezwstyd, miłość, nienawiść — wyciskają bezwzględnie właściwe sobie piętna na rysach ludzkiej twarzy; nauka bada teraz pilniej te wyrazy uczuć i stanów duszy ludzkiej; artysta wszakże od wieków spostrzegał je i często bezwiednie w wyobraźni swej znajdował niby gotowe obrazy uczuć, które naprawdę w rzeczywistości spostrzegał. Nadto dobrze wiemy iż nigdy wszystkie zalety nie zamieszkają w jednym osobniku: obok szlachectwa duszy np. zbytek dumy, obok dobroci anielskiej jakaś gwałtowna namiętność, obok piękności zresztą uczuć, brzydota ciała. Może tedy malarz wysnuć w wyobraźni swej np. nieziemski obraz *madonny* i przelać je na płótno, będzie z płótna tego przemawiać wzniosłość i prostota, miłość i czystość, dobroć i piękno i to każde z tych cech w najsilniejszym nałożeniu, słowem wyraz istotnej doskonałości, wyraz nie ziemski, nie rzeczywisty, istic boski, ale gienijusz

twórczy bezwiednie połączył tu tylko cechy znane, widziane, inaczej byśmy bowiem ich nie pojmowali, połączył on bezwiednie na jednej twarzy, w jednej osobie, wyrazy przymiotów nigdy razem w takiej pełni nie połączonych—wylączył zaś to wszystko, co bywa zwykle nieodłącznem. Ideał ten stworzony przez artystę jest istotnie plodem jego fantazyi, ale bądź co bądź przeszedł on do niej z dziedziny spostrzeżeń zmysłowych. Może podniecona wyobraźnia poety, malarza czy rzeźbiarza umieścić głowę ludzką na ciele krokodyla, dodać mu pazurów tygrysa, skrzydeł nietoperza, pożyczyć płomieni z wulkanu płonącego i takowe w nozdrza potworu tego umieścić, słowem stworzyć coś w rodzaju ogniem zionącego smoka, ale ten fantazyjny, nieistniejący, urojony smok składać się będzie z elementów nie fantazyjnych, nie urojonych. Zdolną jest wyobraźnia nasza stwarzać obrazy rzeczy nieistniejących w rzeczywistości, nie mających w naturze podobnych sobie wzorów, ale części składowe tych obrazów będą zawsze brane ze świata rzeczywistego, będą zawsze owocem naszych *wrażeń zmysłowych*.

Słowem, całą treść ducha naszego stanowią produkty czynności zmysłów naszych. Nauka i sztuka, rozum i wyobraźnia są to odmienione, zidealizowane, przekształcone, ale zawsze owoce naszych *wrażeń zmysłowych*.

A przecież duch ludzki, gienijusz twórczy umysłu ludzkiego, to najszczytniejszy objaw ziemskiego życia. Ten mały, znikomy człowiek odrywa się myślą od ziarenka w przestrzeni nieskończonej zawiesłego, który

nazywamy globem ziemskim i biegnie ku słońcom i gwiazdom i sięgnąć chce nieskończoności. Ten mały znikomy człowiek, którego żywot cały jest ledwie chwilką w odwiecznym bycie ziemi, sięga myślą do początku kształtowania się ziemi i całego systemu planetarnego, przepowiada zjawiska kosmiczne na wieki całe odległej przyszłości. Przez umysł ludzki ziemia poznaje sama siebie, w człowieku byt dochodzi do samopoznania. Gdy duch ludzki jest taką wielką na ziemi naszej i dziwną potęgą, a gdy duch ten treść swoją całą zawdzięcza wrażeniom zmysłowym, czyliż nie dziwnem i nie nieskończenie interesującym dla każdego człowieka myślącego, winno być samo *wrażenie zmysłowe*? W jaki sposób ciało nasze odczuwa wpływ tego świata, który je otacza? W jaki sposób duch rozczytuje się w tej różnorodnej światła tego treści? Boć zważmy, z jednej strony świat szeroki, wielki, z tysiącami zjawiskami kosmicznymi, fizycznymi, chemicznymi, ze swoją grą barw i nieskończonością kształtów, z promieniami światła i ciepła w nieskończoność płynącymi, z tysiącami szmerów i dźwięków, z drugiej strony ta marna ciała naszego lepianka, a w tej lepiance cały ten świat zewnętrzny, wielki, nieskończony, różnorodny się odbija! czy to nie dziwne? W jaki sposób i o ile my poznajemy świat zewnętrzny, na czem polega czynność naszych zmysłów, oto pytanie do rozwiązania którego usiłować będziemy na kartach następujących choć w części się przybliżyć.

W olbrzymim łańcuchu istot zwierzęcych, spotykamy na najniższym szczeblu rozwoju pojedynczą *komórkę organiczną*. Do najniższych tych zwierząt należą tak zwane w zoologii *monery i ameby*. Ciało tedy takiego zwierzęcia stanowi najczęściej okiem, nieuzbrojone w szkła powiększające, niedostrzegalna, tak zwana komórka organiczna, której treść się składa z masy galaretowatej, wypełnionej napęczniałymi drobkami; treść ta, pod względem składu chemicznego należy do ciał tak zwanych białkowatych, zwykle jest ona w pośrodku bardziej zgęstniała i tworzy tak zwane jądro komórki; często jest ona i na obwodzie nieco bardziej zbita, tworząc tak zwaną błonę komórkową. Materyja białkowata stanowiąca treść wszelkiej komórki organicznej, nazywa się w nauce *protoplazmą*; zwolennicy wysokiego puryzmu językowego nazwali ją po polsku *zarodzią*.

Anatomija otóż posługując się mikroskopem, wykazuje że ciała zwierząt wyższych, zarówno jak i ciało człowieka, są to nagromadzenia w rozliczny

sposób połączonych ze sobą tysięcy, a właściwie milionów takich komórek organicznych.

Fizjologia znowu dowodzi, że istotę życia zwierzęcego i ludzkiego, stanowi życie tych komórek protoplazmowych, składających ustroje wyższe, złożone. Nie należy się dziwić że życie tak skomplikowanej maszyny, tak misternie utkanej i umiejętnie zestawionej, jaką jest ustrój człowieka, pozostaje dla nas dotąd zagadką nierozwiązaną, gdy rozpatrując drobną grudkę protoplazmy, która jest najniższą, najprostsza życia formą, stajemy również w obec tej samej wielkiej, nierozwiązanej dotąd zagadki *życia!* Rozłożono organizm ludzki na pojedyncze komórki, zrozumiano zależność ich wzajemną od siebie, ale istoty życia pojedynczej komórki dotąd nie odkryto. Dla objaśnienia wielu objawów życiowych człowieka, jak np. uczucia, działalności pod wpływem wrażeń doznawanych, świadomości i idącego za nią rozumu, filozofija wzięła w pomoc jako źródło *duszę*. Zoologija wszakże wykazuje że w zawiązku zwierzęcego ciała, że w najpierwotniejszej żyjących stworzeń postaci, spoczywają zawiązki wszystkich władz późniejszych, wydoskonalonych, które występują wyraźnie u zwierząt miejscy wysokie zajmujących w drabinie istot żyjących, wreszcie u samego człowieka.

Komórka żyjąca złożona z protoplazmy, to najogólniejszy, najpowierzchniejszy szkielet, mającego się rozwinąć utworu. Komórka organiczna do ustroju ludzkiego, to jak pomysł pierwszy do skończonego areydziała.



W badaniu zjawisk natury, umysł ludzki zbyt często napotyka pytania, których do dna przeniknąć nie jest w stanie, wtedy to wystarcza mu często możność przekonania się, że zagadka na pozór nowa, w istocie rzeczy nową nie jest, ale daje się podprowadzić pod zagadkę już oddawna znaną nam jako zagadka nierozwiązalna. Sprowadzić więcej niewiadomych do jednej niewiadomej, to już postęp istotny w nauce, bo tym sposobem ilość niewiadomych, a więc i ilość zagadnień się zmniejsza. Takie samo ma znaczenie wyjaśnienie zjawiska więcej złożonego przez zjawisko prostsze, choćbyśmy tego ostatniego do dna nie zgłębili, stanowi to również istotną dla wiedzy naszej zdobycz i jest prawdziwem dla umysłu naszego zadosyćuczynieniem.

Choćbyśmy zatem byli niezdolni wytłumaczyć zjawisk życia właściwych pojedynczej komórce organicznej, czyli prostej grudce żywej protoplazmy, to jednakże wiedza nasza istotnie się zubożyci, gdy potrafimy dowieść, że niektóre cudowne objawy życia ludzkiego objaśnić się dają choćby w części, zjawiskami życia grudki protoplazmy. Objaśnienie zaś życia protoplazmy, to dalsze znowu pytanie. Postaramy się szanownych czytelników przekonać, że istota wrażeń zmysłowych człowieka, tak różnorodnych w swej treści daje się do pewnego stopnia wyjaśnić własnościami jakimi jest obdarzoną komórka organiczna, jako najprostszy, najniższy osobnik żyjący, występująca.

Na następującej figurze widzimy trzy komórki or-

ganiczne, składające się, jak wyżej powiedzieliśmy, z masy białkowej, tak zwanej protoplazmy. Komórka żywa w stanie absolutnego pokoju przedstawia się w postaci kulki i taką jest także *bezpośrednio* po



Fig. 1.

śmierci t. j. zanim rozkład chemiczny pośmiertny nie zniszczy jej budowy, przeprowadzając ją z szeregu istot uorganizowanych do szeregu istot mineralnych. Ale komórka póki żyje prawidłowo, bezustannie wykonywa pewien ruch. Albo cząsteczki protoplazmy w ciele komórki, każda oddzielnie, pozostają w ruchu tak zwanym drobinkowym, albo też w całych massach w pewnym posuwają się kierunku i znowu powracają, tworząc tym sposobem to wysuwające, to cofające się wypustki, przedstawiając tak zwane w nauce ruchy *amebowe* (dla tego że najlepiej daje się spostrzeżać u jednokomórkowego zwierzęcia naszych wód słodkich zwanego *amebą*). Wskutek ruchów tych, komórka zmienia ciągle kształty, wysuwając i cofając

coraz to w innem miejscu swoje wypustki, p. Fig. 1 b, c; tym sposobem zmienia i miejsce.

Ruchy te samodzielne protoplazmy występują bezwątpienia pod wpływem czynników zewnętrznych, na które protoplazma jest wrażliwą. Najdowodniej wszakże wykazać się daje istotna *wrażliwość* pierwotnej protoplazmy przez sztuczne drażnienie. Jeżeli ostrzem delikatnej igielki dotkniemy np. wyciągniętą wypustkę ameboidalną, to ona w tej chwili się skurczy i wniknie w ciało komórki; jeżeli nakłucie będzie silniejszym, to nietylko jedna wypustka, ale całe ciało ameby się skurczy — a komórka przez czas pewien zachowywać będzie kształt mocno ściągniętej kulki — ale po chwili ruchy pierwotne i wypustki zmieniające kształt i miejsce znowu się pojawiają. Nie tylko wszakże bodźce mechaniczne jak ukłucie, ucisk, wpływają na ruchy protoplazmy pierwotnej, ale wszystkie inne czynniki światła zewnętrznego — doskonale można się przekonać, że prądy elektryczne wywołują skurczenie się ameb i niższych w ogóle protoplazmowych tworów. Pewien gatunek ameby t. z. *Pelomyxa palustris* w ciemności swobodnie miejscami się kurczy i roskurcza, zmieniając dosyć żywo w ten sposób swoje miejsce — gdy wszakże nagle rzucimy na nią promień światła, tak gwałtowny następuje ogólny skurcz jej ciała, że w kilka sekund zmienia się na nieruchomą w miejscu leżącą kulkę. Tylko bardzo powolne i stopniowe zwiększanie światła nie wywołuje tego podrażnienia. Doświadczenie uczy nas dalej, że ciepło w wysokim stopniu podnosi i pobudza ruchli-

wość protoplazmy, jednokomórkowych tworów. Mały dodatek soli kuchennej do płynu, w którym posuwa się ameba — wywołuje jej kurczenie się, działając tylko jako bodziec chemiczny. Słowem na ruchy protoplazmy pierwotnej, wpływają wstrząśnienia mechaniczne, elektryczność, ciepło, światło, czynniki chemiczne czyli wszystkie te czynniki świata zewnętrznego, na które najdoskonalsze organizmy posiadają wrażliwość.

Pomijając inne cechy życiowe, wspólne komórce organicznej i najwyższym ustrojom zwierzęcym a mianowicie: odżywianie się, rozmnażanie się, z tego cośmy powyżej powiedzieli wynika że pierwotnej komórce przypisać musimy dwie obchodzące tu nas wyłącznie własności a mianowicie: 1. *Wrażliwość* na czynniki zewnętrzne i 2. *Oddziaływanie* na wpływ tych czynników, czyli innemi słowy *czucie* i *ruch*. Czemże jest życie ludzkie, jeżeli nie czuciem i ruchem — wrażliwością i oddziaływaniem.

Poszukajmy teraz jakie są cechy charakterystyczne wrażliwości u ameby prostej i porównajmy je z cechami właściwymi wrażliwości naszych zmysłów.

Przedewszystkiem zaznaczyliśmy już fakt: że *jednakie* czynniki są bodźcami dla komórki i dla zwierząt wyższych. Jeżeli na amebę wywrzemy, lekki i krótkotrwały ucisk lub jeżeli poddamy ją działaniu lekkiego i krótkotrwałego prądu elektrycznego, to ona się skurczy, ale po chwili powróci do pierwotnego swojego stanu; to znaczy że po przeminięciu krótkotrwałego podrażnienia, które wywołało pewien

odmienny stan protoplazmy, następuje odnowa jej treści, samodzielnie, skutki podrażnienia mijają stosunkowo szybko i protoplazma staje się na nowo gotową do odpowiedzenia ruchem na nowe podrażnienie. Naturę wrażliwości pierwotnej protoplazmy cechuje zatem szybkie znikanie skutków krótkotrwałego podrażnienia.

Jeżeli wszakże zbyt często następować będą po sobie uderzenia elektryczne ameby, to pobudzenia te staną się w końcu bezskutecznymi — ameba pod ich wpływem kureczyć się zaprzestanie jakkolwiek życie w niej nie zgasło — nie została ona zabita, ale jej wrażliwość została wyczerpaną na dany czynnik, nastąpiło zmęczenie, które po stosownym odpoczynku ustąpi miejsca powróconej wrażliwości i oddziaływaniu. Jeżeli zaś na odwrót, bodziec dany również nie nadmiernie silny działa jednostajnie, bez przerwy i stosunkowo długo — następuje wtedy przystosowanie się protoplazmy, do tego trwale na nią działającego czynnika, czyli przyzwyczajenie. Jeżeli np. amebę, roztaczającą swobodnie wypustki swoje, zanurzymy w roztwór słaby soli kuchennej, to ona zrazu skureczy się, ale po pewnym czasie przestanie być na ten czynnik nowy, ale bezprzestannie działający wrażliwą i w płynie słonym równie swobodnie będzie wypustki swe wyselać.

Z powyższego widzimy że do cech charakterystycznych wrażliwości w najprostszych jej przejawach a mianowicie u najpierwotniejszych istot żyjących, należą:

1) *Znikomość* szybka wrażenia po krótkotrwałych pobudzeniach, czyli *odrabianie* się zmian przez bodziec wywołanych.

2) *Zmęczenie* czyli wyczerpanie się wrażliwości po zbyt często powtarzanych pobudzeniach zatem konieczność odpoczynku.

3) *Przyzwyczajenie*, czyli przystosowywanie się wrażliwości do jednostajnie i trwale działających czynników, wymagające aby w czynnikach trwale pobudzać mających, następowały pewne odmiany.

Kiedy rozpatrywać będziemy naturę wrażliwości zmysłowej u człowieka, zobaczymy że nasza wrażliwość zmysłowa te same zachowuje cechy charakterystyczne, że więc wrażliwość ludzka i wrażliwość ameby należą do jednej kategorii zjawisk natury.

Biorąc rzeczy z pozoru twierdzenie to wydać się może zupełnie nieprawdopodobnem, bo jakże przypuścić można tożsamość funkcyj w dwu tak nieskończenie różnych od siebie tworach jakimi są ameba i człowiek! Ameba — to ziarno protoplazmy, dla rozpatrzenia którego potrzeba szkieł powiększających i człowiek — który te szkła szlifuje, układa w system podług praw fizyki i tę amebę bada.

Jakaż zachodzi łączność, jakie choćby najodleglejsze podobieństwo pomiędzy przyrządami sprawiającymi w nas, że posiadamy wrażliwość na czynniki zewnętrzne, a budową ciała ameby? Na to pytanie postaramy się teraz odpowiedzieć i wykazać w jaki sposób daje się wyprowadzić element anatomiczny

naszych zmysłów z grudki protoplazmy, jaką jest np. prosta ameba.

Powiedzieliśmy, że materiałem z którego składa się pierwotna monera lub ameba, z którego składa się zresztą głównie, każde żyjące stworzenie jest: *Protoplazma*. Protoplazma to związek chemiczny wysoce złożony i występujący w rozlicznych odmianach które wszakże zachowują podstawowe własności jednokie. Odmiany te zależą na zmiennych ilościach niektórych części składowych lub na odmiennym układzie cząsteczkowym tych samych składowych części; wszystkie wszakże odmiany protoplazmy zawierają: jak już wspomnieliśmy, przeważnie ciała białkowe z których koniecznie obecni są tak zwane: Vitellina i Myosina, w pewnym okresie rozwoju zawierają wszystkie bardzo złożone ciała: Lecytinę i Cholesterinę, a wszystkie te protoplazmy które są obdarzone własnością ruchu zawierają ciało bezazotowe zwane Glykogenem. Otóż jakkolwiek wszystkie ciała żyjące za podstawę budowy swojej mają ciało zwane protoplazmą, to widzimy że protoplazma w rozmaitych osobnikach, stosownie do ich funkcji oraz w każdym osobniku stosownie do okresu życia przedstawia pewne odmiany w swej budowie.

W protoplazmie stanowiącej najniższe osobniki żyjące czyli w ciele pierwotnej komórki istnieją tuż obok siebie, nawzajem niejako splecione dwa mechanizmy: mechanizm czucia i mechanizm ruchu. Zwierzęta wyższe składają się, jak rzekliśmy, z mnóstwa połączonych z sobą komórek; każda z komórek tych

składa się również zasadniczo z protoplazmy, ale protoplazma wszystkich tych komórek nie jest ściśle tożsamą — niektóre części składowe protoplazmy występują w jednych komórkach obficie, w innych bardziej skąpo, w których znowu inne składniki przeważają. W poruszającej się amebie znajdują się obok ciał białkowych bogatych w fosfor, np. obok Nukleiny, Lecitiny także i Myosina oraz ciało niebiałkowe Glykogen — natomiast w organizmie złożonym spotykamy w jednych gruppach komórek przeważnie ciała bogate w fosfor, w innych znowu gruppach przeważnie Myosinę i znaczne ilości Glykogenu. Przekonywamy się, że w komórkach obfitujących w Nukleinę i Lecitinę rozwiniętą jest szczególnie władza czucia, w komórkach natomiast obfitujących w Myosinę i Glykogen rozwiniętą jest szczególnie władza ruchu; widzimy więc, że dwa mechanizmy, które w amebie są razem połączone w jednej komórce u zwierząt wyższych występują rozdzielnie, w oddzielnych gruppach komórek, tak że jedne grupy są przedstawicielami mechanizmu czucia, inne mechanizmu ruchu. Występuje tedy w rozwoju istot żyjących tak zwana w nauce „dyfferencyjacja” różnicowanie czyli wyróżnianie się pierwotnej protoplazmy, powodujące podział pracy pomiędzy oddzielne grupy komórek. Gdziekolwiek zaś następuje podział pracy, specjalizowanie uzdolnień, tam musi praca na dokładności i doskonałości zyskiwać. Bieżąco, mniej dokładnie odbywać się musi i czucie i ruch, gdy w jednej cząsteczce protoplazmy mieszczą się

substraty tych czynności, aniżeli gdy w oddzielnej komórce rozwinięty będzie substrat *czucia* w oddzielnej substrat *ruchu*. Ciało nasze jest nagromadzeniem wielkiej ilości najrozmaitszego kształtu komórek złożonych z protoplazmy, w powyższy sposób zróżnicowanych.

Zwrócić musimy na to uwagę, że my w pracy niniejszej za przedmiot naszego zajęcia bierzemy dwie tylko czynności życiowe, a mianowicie czucie i ruch, ale w łonie pierwotnej komórki istnieje jeszcze władza odżywiania się, rozmnażania i t. d.; otóż gromady komórek w ustroju wyższym, dzielą się nie tylko na odrębne komórki czucia i odrębne komórki ruchu ale i na grupy, którym w ogólnym podziale pracy drogą dyfferencyjacyi przyszło w udziale spełniać czynności odżyweze, rozrodeze i t. d. Właśnie uporządkowanie, odpowiednie wzajemne połączenie tych jednostronnie wykształconych komórek tworzy liczne tkanki i zbudowane z nich narządy ustroju zwierzęcego, a doskonałość mniejsza lub większa układów tych, ich różnaitość i bogactwo stanowi o stopniu rozwoju organizmu w drabinie istot żyjących na której szczeblu najwyższym góruje po nad całością: człowiek.

Ponieważ protoplazma jednostronnie rozwinięta posiada wielką w danym kierunku sprawność (dużą ruchliwość, dużą płodność i t. d.) ale ponieważ niedostaje jej innych podstawowych własności życia, przeto samodzielności życiowej nie może ona posiadać, a życie jej indywidualne zależnem jest tylko od

współczesnego właściwego powiązania z komórkami jednostronnie wykształconymi w innym kierunku i dla tego cząstka ciała zwierzęcego im zwierzę wyżej jest rozwinięte, tem prędszej zamiera po oddzieleniu jej od całej kolonii komórek t. j. od organizmu. Ameba sama jedna żyje, długo życie zachowuje cząstka odcięta glisty ziemnej, ale część odcięta od zwierzęcia ssącego z chwilą niemal odcięcia jej, zamiera. Zwierzęta wyższe przedstawiają istotnie podziwu godzien ustroj ze względu na wysokie powikłanie elementów składowych i wysoką harmoniją oddzielnych, a ściśle od siebie zależnych narządów, skutkiem wszakże misternego tego powikłania jak z jednej strony wypływa wysoka sprawność i wysokie uzdolnienie, tak z drugiej wynika mniejsza trwałość i odporność w porównaniu z najniższymi prostymi ustrojami.

Widzieliśmy tedy, że w protoplazmie pierwotnej, u ameby, taż sama massa uczuwa działanie zewnętrznego bodźca i taż sama massa na bodźce te oddziaływa przez kurczenie się. Oto u zwierząt nieco wyższych spotykamy oddzieloną masę protoplazmy czującej od massy protoplazmy kurczliwej. I tak np. u tak zwanego Polipa wód słodkich istnieją komórki z których każda rozdzieloną jest na dwa odrębne pod względem swych czynności działy, jedna z nich odbiera wrażenia ze świata zewnętrznego, czyli spełnia władzę czucia, druga pod wpływem bodźca działającego na pierwszą, kurczy się, w ten sposób na bodziec oddziaływając czyli spełnia władzę ruchu. Tu więc bodziec zewnętrzny, wywołuje ruch proto-

plazmy widoczny, massowy tylko za pośrednictwem innej protoplazmy, nie odbywającej ruchu widocznego pod wpływem pobudzenia, ale przenoszącej podrażnienie za pomocą niewidzialnego cząsteczkowego ruchu na protoplazmę kurczliwą.

Na przedstawionym tu szematycznym rysunku (Fig. 2) widzimy jedną komórkę złożoną z części *a* przyjmującej wrażenie i z części *b* kurczącej się pod wpływem wrażenia. Kiedy żaden bodziec nie drażni pro-

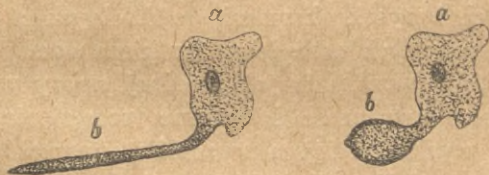


Fig. 2.

toplazmy *a* wtedy protoplazma *b* ma kształt podłużny, wrzecionowaty jak to widzimy na Fig. 2 od strony lewej, gdy zaś jakikolwiek czynnik zewnętrzny wywrze swój wpływ na protoplazmę *a* wtedy protoplazma *b* kurcząc się przyjmuje z podłużnego kształt kulisty prawie, przy czem protoplazma *a* nie ulega żadnej zmianie kształtu, jak to widzimy na Fig. 2 od strony prawej. Otóż ta część komórki przedstawionej na Fig. 2, która przyjmuje wrażenie i pobudzenie przenosi, składa się z protoplazmy tak zwanej *nerwowej*, ta zaś część, która po podrażnieniu części nerwowej ulega skurczowi, składa się z protoplazmy tak zwanej *mięśniowej*. Dla celów wszakże wyższych, dla osiągnięcia ruchów wię-

cej złożonych, ściśle odpowiadających pewnym szczególnym bodźcom, przyrząd czucio-ruchowy wyróżnia się na oddzielne jeszcze części i tak np. u mięczaków i robaków napotykamy przyrząd czucio-ruchowy, p. Fig. 3, złożony z *a* t. j. obwodowej części protoplazmy czuciowej, na którą

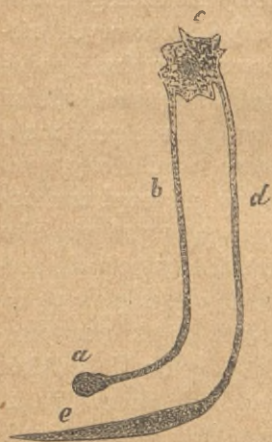


Fig. 3.

działają bodźce zewnętrzne, z *b* nici protoplazmatycznej, która pobudzenie przynosi, do *c* komórki protoplazmatycznej, w której pobudzenie staje się wrażeniem odczuciem, z *d* nici protoplazmatycznej, która wrażenie pochodzące od bodźca zewnętrznego przynosi dalej aż do *e*, które jest ciałem protoplazmatycznym kurczliwym i które się kurczy z chwilą gdy pobudzenie do niego dochodzi.

Części *a*, *b*, *c*, *d* to protoplazma *nerwowa*, część *e* to protoplazma *mięśniowa*. Lecz dla celów jeszcze wyższych, dla osiągnięcia wysoko rozwiniętej, jasnej świadomości czucia, pamięci wrażeń, ruchów dowolnych — przyrząd czucio-ruchowy wyróżnia się na co raz to liczniejsze oddzielne części składowe, oddzielne spełniające czynności tak że u zwierząt wyższych i u człowieka spotykamy następujący typ przyrządu czucio-ruchowego. Fig. 4 przedstawia nam przyrząd

ten złożony cały z protoplazmy; składa się on więc cały z galaretowatej, w części ziarnistej materyi białkowej, w oddzielnych częściach, uległej pewnym



Fig. 4.

odmianom pod względem składu chemicznego. Przyrząd ten uważać możemy za szereg komórek pierwotnych, z których niektóre zachowują większe podobieństwo pod względem kształtu do ciała ameby, inne przyjmują kształt bardzo wydłużony, możemy także na przyrząd ten czuć-ruchowy zapatrywać się jako na jedną komórkę w połowie nerwową, w połowie mięśniową na podobieństwo komórki nerwowo-mięśniowej, polypa wód słodkich, jaką przedstawiła nam Fig. 2. Zobaczymy tylko że kiedy część mięśniowa, mało stosunkowo odmieniła się, za to wielkiemu wyróżnieniu uległa jej część nerwowa. W przyrządzie tym rozróżniamy: *a* które jest częścią protoplazmy z najbardziej rozwiniętą wrażliwością na czynniki zewnętrzne, *b* które jest protoplazmą wydłużoną w kształcie długiego włókna nerwowego, a którego zadaniem jest, przemianę cząsteczkową wywołaną przez czynniki zewnętrzne w *a* przenieść do mass protoplazmowych *c*, stąd przez nowe włókno protoplazmy *d* ruch ten cząsteczkowy przenosi się do pro-

toplazmy *e*, w której spotęgowaną jest własność ruchu czyli kurczliwość. W ten sposób bodziec zewnętrzny działający na *a* przesła wpływ swój aż do *e* i bezpośrednio, w czasie zaledwie wymiernym, po działaniu bodźca w *a*, *e* ulega mocnemu skurczeniu, tak że z pierwotnego kształtu wysmukłego, wrzecionowatego staje się krótkim, prawie kulistym. Otóż to co nazywamy naszymi mięskami czyli mięskami, a co w potocznym życiu stanowi główną treść naszego pokarmu, który nazywamy *mięsem*, nie jest czem innym jeno zbiorem niezliczonych włókien protoplazmowych *e* do których to dochodzą niezliczone włókna *d* od niezliczonych komórek *e*. To zaś co stanowi istotę naszych pięciu znanych wszystkim zmysłów (zobaczymy poniżej że zmysłów posiadamy więcej) to nie innego tylko zbiór niezliczonych ciałek protoplazmowych *a* które przez pośrednictwo niezliczonych włókien nerwowych *b* łączą się z komórkami nerwowymi *c*. Niezliczone zaś komórki nerwowe *c* nagromadzone obok siebie, pośredniczące pomiędzy przyrządami czucia i przyrządami ruchu, stanowią narząd, który nazywamy *mózgiem* albo *ośrodkami nerwowymi*. W jaki sposób kurczenie się protoplazmy mięśniowej powoduje liczne ruchy członków naszych, które ciało nasze jest w stanie wykouać? W sposób bardzo prosty, potrzeba tu tylko przyrządów dodatkowych, a tymi przyrządami to są kości naszego szkieletu. Jeżeli wyobrazimy sobie że pęczek takich włókien mięśniowych pierwotnych, przyczepiony będzie dwoma końcami do dwu kości w ze-



Fig. 5.

stawieniu ruchomych (Fig. 5) to zrozumiemy że pobudzenie wywołane w obwodowych zmysłowych ciałkach protoplazmatycznych, gdy przez komórki ośrodków nerwowych, wreszcie przez włókienka nerwowe *d* przejdzie do protoplazmy kurczliwej czyli do pęczka mięśniowego, wywoła w tym ostatnim skurcz, który sprawić musi że kości z położenia prostoliniowego przejdą w położenie nachylone pod kątem mniejszym lub większym; na figurze 5 widzimy powstające w ten sposób zgięcie ręki naszej w stawie ramieniowym. Ciałka protoplazmowe *a*, czyli, możemy je tak nazwać, ciałka zmysłowe rozproszone są po całym naszym ciele, najliczniej na jego powierzchni t. j. tu gdzie wystawieni jesteśmy na wpływy świata zewnętrznego; stanowią one tedy najistotniejszą część przyrządów naszych zmysłowych, wszystkie łączą się z mózgowiem dokąd posyłają wrażenia odbierane, by je stamtąd przenieść do mięśni. W naszym sze-

matycznym rysunku (Fig. 4) nakreśliłiśmy podwójne połączenia ciała czuciowego z włóknem mięśniowem, w piętrze dolnym następuje bezpośrednie przejście pobudzenia czuciowego i przemienienie się na objaw ruchu mięśniowego. Takie bezpośrednie odpowiedzi mięśni ruchem, na pobudzenie przesłane im przez ciała czuciowe nazywamy odruchami, refleksami. Przypuśćmy że przez nieuwagę dłoń nasza dotknie się rozpalonego przedmiotu, wtedy oparzenie czyli silne pobudzenie ciałek czuciowych, przeniesie się na odpowiednie, połączone z nimi najbliższymi włókna mięśniowe, pobudzi je do skurczu, czyli do odruchu skutkiem którego ręka nasza mimo naszej woli od parzącego przedmiotu odskoczy, to samo ma miejsce, gdy naprzykład we śnie owad ukłuje nas w twarz, a my bezwiednie prawie wykonywamy grymas twarzy naszą — i tu mięśnie twarzy były czynnymi pod wpływem odruchu; w obu tych przypadkach pobudzenie przeszło z ciała *a* na włókno mięsne przez komórki *c* dolnego piętra, bez pośrednictwa komórek piętra górnego. Komórki piętra górnego to organa pamięci świadomej i wyższych czynności duchowych. Tu oto, wrażenia zmysłowe przychodzące od ciałek obwodowych *a* mogą nagromadzać się jako zapasy, w stanie napięcia utajonego, a przy okolicznościach sprzyjających, mogą one stąd, już niezależnie od ciałek *a*, przechodzić do włókien mięśniowych i wywoływać ruchy, które nazywamy ruchami zależnymi od woli. Wrażenia zmysłowe przechowywane tutaj mogą do pewnego stopnia modyfikować wpływ wrażeń

nowych, zmniejszać lub potęgować ich wpływ, ale temi organami wyższych władz duchowych, my tutaj wcale zająć się nie możemy. My musimy poprzestać na tem, że w ustroju zwierząt wyższych i w człowieku występuje jako element władzy czucia i ruchu, przyrząd czucio-ruchowy, który jest rozwiniętą, zróżniczkowaną, udoskonaloną protoplazmą pierwotną, że przyrząd ten rozdzielić można na dwa odcinki: 1) Element czuciowy. 2) Element ruchowy. My zaś tutaj zajmujemy się wyłącznie elementem czuciowym. Fig. 6 przedstawia nam zatem typ głównego elementu

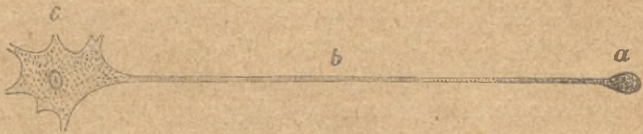


Fig. 6.

wszystkich naszych zmysłów. Składa się on z trzech zasadniczych części: 1) z ciała czuciowego czyli dotykowego *a*, które bezpośrednio ulega wpływowi światła zewnętrznego, 2) z włókna nerwowego *b* które przenosi pobudzenie do 3) *c* t. j. do komórki nerwowej w mózgu. W przyrządzie tym *a* jest właściwie klawiszem na który świat zewnętrzny uderza, właściwy zaś ton, czucie świadome występuje dopiero w *c* t. j. w komórce mózgowej.

Wydzieliliśmy tedy władzę czucia z ogólnego tła władz życiowych, które widzimy słabo rozwinięte

i pomieszane w życiu pojedynczej komórki organicznej. Zobaczymy że tak jak u ameby prostej, bodźce zewnętrzne, mechaniczne, fizyczne lub chemiczne, przez bezpośredni wpływ na protoplazmę wywołują w niej pewien ruch cząsteczkowy niewidzialny, który stanowi fazę czucia, przechodzącą następnie w fazę ruchu massowego widzialnego, tak samo i w elemencie czucio-ruchowym zwierząt wyższych i człowieka, też same zewnętrzne czynniki przez bezpośredni ich wpływ na obwodową część protoplazmową wywołują również w tej ostatniej pewien ruch cząsteczkowy, niewidzialny który stanowi czynność właściwą tego elementu, czyli to co nazywamy czuciem, który to ruch przeniesiony do elementu ruchowego, wywołuje fazę ruchu widzialnego, massowego naszych mięśni. Postaramy się wykazać że tak rozliczne charaktery naszych wrażeń zmysłowych, naszego czucia nie stanowią tak licznych zagadek, ale sprowadzić się dają do zagadki: *dlaczego ameba czuje?* do pytania: jakie są przyczyny i warunki sprawiające że ta dziwna materyja którą rozumiemy pod wyrazem protoplazma, obdarzoną jest władzą czucia? Powtarzamy że sprowadzenie wielu pytań do jednego jest istotnym postępek naszej wiedzy.

Widzieliśmy że pierwotna protoplazma rozróżniła się na protoplazmę obdarzoną ruchem i na protoplazmę obdarzoną wrażliwością. Dla bardzo rozlicznych czynności jakie zwierzęta w celach utrzymania życia i rozwoju gatunku spełniać muszą, protoplazma ruchowa nie potrzebowała zbyt znacznemu dalszemu

uledz różnicowaniu. Protoplazma obdarzona własnością ruchu, spełnia jednako swoją czynność bez względu na przyczynę która ruch jej powoduje, bez względu na cel jaki ruchem jej ma być osiągnięty. Protoplazma kurczliwa to niby koło rozpędowe w ustroju fabrycznym, które nie zmienia natury swej czynności ani ze względu na motor który niem porusza, ani ze względu na cel fabrykacyi, działa ono ślepo, jednostajnie i biernie, czy chodzi o mlenie ziarna na mąkę, czy o przedzenie tkaniny i t. d.; dla specjalnych tych celów trzeba specjalnych warsztatów i narzędzi stosownie ustawionych — ale rzemienie zarzucone na koła osi transmisyjnej, obracanej wraz z kołem rozpędowym, dają ruch maszyneryi bez względu na jej szczegółowe zadanie. Włókno mięsne, które widzieliśmy na figurze 2, napotykanie u bardzo niskich zwierząt, przez cały olbrzymi szereg istot zwierzęcych, stosunkowo do masy nerwowej, nieznacznej ulega dyfferencyjacyi. Tak zwane włókna mięsne *gładkie* i *prążkowane* to jedyne właściwie dwie główne postacie protoplazmy ruchowej napotykaniej u wszystkich zwierząt, nie wyjmując człowieka, z nieznacznymi odmianami w swej budowie u oddzielnych gatunków. Przyznać tylko trzeba, że mięśnie prążkowane stanowią wprawdzie jedyne tylko kroki rozwoju, ale w istocie swej wysoce skomplikowany, krok ten wszakże w gospodarstwie zwierzęcem raz osiągnięty, pozostał niezmienną granicą rozwoju. Różnice energii, siły i jakości ruchów mięśniowych, osiąga się w naturze tylko przez właściwy układ, sku-

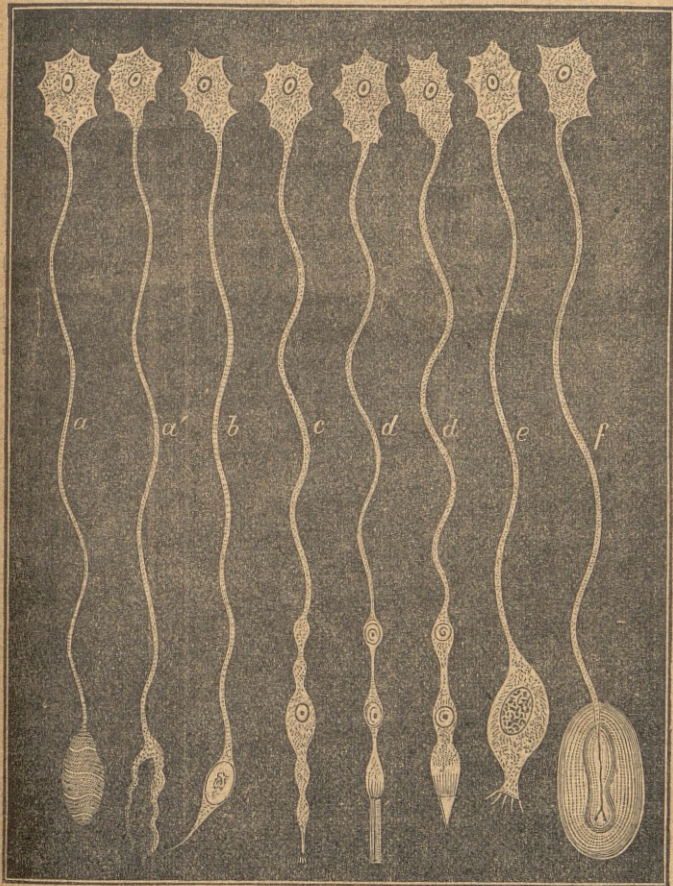
pienie lub rozmieszczenie włókien mięśniowych wśród różnokształtnych części składowych twardego szkieletu, do których mięśnie są przytwierdzone. Odmienne kształty kości, powierzchni stawowych, oraz rozmaite narzędzia dodatkowe, stanowią o szczególnem uzdolnieniu celowem pracy mięśniowej. Włókno tedy mięsne — ruchowa część przyrządu czucio-ruchowego — nie ulega wielu zmianom w rozwoju zwierząt. Też same mięśnie czynią rękę ludzką zdolną do gry na klawiszach fortepianu lub strunach harfy, też same pod względem istoty swej włókna mięsne poruszają ciało nasze przy chodzeniu lub bieganiu, także same mięśnie poruszają klatkę piersiową przy akcji oddychania, przy poruszaniu gałek ocznych, przy wydawaniu głosu w krtani i t. d. Nieco odmienne od powyższych, ale między sobą znowu jednakie włókna mięsne poruszają wszystkie trzewia wewnątrz ciała naszego, czy chodzi o wprowadzenie do żołądka pokarmów, czy o posuwanie ich przez długość kanału kiszkiowego, czy chodzi o wydalenie wydzielin gruczołowych, czy też wydalenie płodu z ciała macierzystego, czy o zwężenie lub rozszerzenie kanałów, w których krew odżywcza przepływa, wszystkie te różnorodne czynności spełnia: jednakie zawsze włókno mięśniowe.

Inna jest rzecz z motorem, który pod wpływem siły natury ma koło rozpędowe i osie transmissyjne w ruch wprowadzić. Czy siłą tą ma być prąd wody czy powietrza, czy prężność pary wodnej, czy w ogóle ciepło, czy elektryczność, czy wreszcie siła zwię-

rzęca czy ludzka, w każdym takim razie dla przeprowadzenia ruchu ze świata przyrody zewnętrznej, do wnętrza ustroju fabrycznego potrzeba bardzo odmiennych przyrządów i bardzo rozmaicie umieszczonych. W jednym razie odpowiedniami będą lekkie skrzydła, w innym ciężki kocioł parowy, tutaj manesz, tam korba wysmukła, w jednym razie skrzydła muszą się unosić wysoko w powietrzu, w innym zanurzać się pod potok wody płynącej, ale bez względu na różnicę tych źródeł ruchu — koło rozpędowe może być jedno.

Zadaniem komórki nerwowej, czyli części wrażliwej przyrządu czucio-ruchowego, jest właśnie przenosić ruch ze świata zewnętrznego do wnętrza ustroju zwierzęcego, ustrój zwierzęcy nie może dobierać sobie dowolnie czynnika jednego z pośród sił natury, w którym by szukał wyłącznie źródła ruchu — ustrój zwierzęcy jest pod wpływem całego szeregu czynników natury, jedne tylko gatunki więcej podlegają jednej grupie czynników, inne innej — to też komórka nerwowa uległa w rozwoju istot żyjących daleko większemu różnicowaniu w porównaniu z komórką mięsną. W ustroju ludzkim sama już tylko obwodowa część elementu czuciowego, która na Fig. 6-tej oznaczona jest przez *a*, uległa bardzo znacznemu różnicowaniu. Na Fig. 7 widzimy szereg elementów czuciowych, z których każdy odpowiada typowi, składa się mianowicie z części obwodowej, przejmującej działanie czynników zewnętrznych, z włókna nerwowego które wpływ ten przeprowadza i z komórki

Fig. 7.



Typy elementów czuciowych: *a a'* dotyku skórno i ciepła, *b* smaku, *c* powonienia, *d d'* wzroku, *e* słuchu *f* czucia wewnętrznego.

mózgowej, która wpływ ten przyjmuje. Ale widzimy tu jak różne kształty przyjęły te końcowe ciała, (w dolnej części figury) jak one się zróżnicowały, chociaż zasadniczą ich istotą nie przestała być w istotnych swoich składnikach zawsze ta sama materija białkowata: protoplazma. Pamiętajmy że komórka pierwotna wrażliwą jest niemal na wszystkie czynniki świata zewnętrznego—protoplazma ameby odpowiada kurezliwością na działanie mechaniczne, cieplikowe, elektryczne, świetlne chemiczne, ale oto następuje podział pracy protoplazmy czującej, każdy element czuciowy otrzymuje przeznaczenie odczuwania tylko pewnych wpływów świata zewnętrznego; jedne stają się najbardziej uzdolnione do wrażliwości na bodźce mechaniczne, inne stają się najbardziej uzdolnione do wrażliwości na bodźce cieplikowe, te na świetlne, dźwiękowe, chemiczne i t. d. Przy takim podziale pracy naturalnie że wrażliwość na każdy z czynników świata zewnętrznego staje się tem dokładniejszą, tem delikatniejszą.

Zobaczmy poniżej, że samo zanodifikowanie ciała czuciowego nie wystarcza do uzdolnienia go do przyjmowania pewnych specjalnych wrażeń, potrzeba na to jeszcze bardzo złożonych przyrządów dodatkowych, które by tak wpływały na sposób zetknięcia się świata zewnętrznego z ciałkiem czuciowym aby *skuteczne* zetknięcie, to jest zetknięcie zdolne wywołać wrażenie mogło mieć miejsce. Ciała czuciowe rozproszone są przeważnie po całej powierzchni ciała, to jest tam gdzie ciało styka się najbardziej bez-

pośrednio ze światem zewnętrznym, a za pośrednictwem włókien przewodnich zbiegają się w komórkach ośrodkowych w mózgowiu jak to widzimy na szematycznej Fig. 8. Niektóre niższe zwierzęta posiadają



Fig. 8.

na całej swojej powierzchni, równomiernie rozsiane ciała czuciowe; cała powierzchnia jest tu niejako zmysłem, u wyższych natomiast zwierząt spostrzegamy, że w niektórych miejscach na powierzchni ciała, ilość ciałek czuciowych jest daleko większą, są one tu bardziej skupione, w tych miejscach przeto funkcja czucia będzie spotęgowaną, w tych punktach wrażliwość zwierzęcia będzie szczególnie podniesioną. Te to miejsca ciała zwierzęcego szczególnie do czucia

usposobione, są anatomicznie już określane jako zmysły czyli raczej przyrządy zmysłowe. Przyrządy więc *a* i *b* na Figurze 9, to będą już anatomicznie wyraźne zmysły u danego zwierzęcia, będą to np. mac-



Fig. 9.

ki czyli czułki jeżeli ciała końcowe ich będą odpowiadały typowi *a* elementów czuciowych przedstawionych na Figurze 7, albo oczy jeżeli zakończenia ich będą odpowiadały typowi *d* elementów czuciowych na Figurze 7 i t. d.

Gdyby od każdego ciała czuciowego z obwodu, włókno nerwowe do odpowiedniej komórki nerwowej w mózgu przebiegało z osobna, to wtedy całe ciało zwierzęce byłoby prawie całe na wskroś poprzątkane pierwotnymi włóknami nerwowymi, a pamiętajmy że od komórek mózgowych także sama niemal ilość włókien pierwotnych nerwowych dobiega do włókien mięsnych,

cóż by to był za labirynt nici! Otóż w ciele zwierzęcem spotykamy nie włókna nerwowe pierwotne, które stanowią część pośrednią elementu czuciowego pomiędzy ciałkiem ośrodkowym a obwodowym, ale spotykamy *nerwy*, raczej pnie i gałęzie nerwowe; otóż tak zwane nerwy — to są w jednej wspólnej pochewce skupione tysiączne nitki nerwowe, pierwotne, które się rozpraszają z jednej strony u obwodu ciała by zmierzać do odpowiednich ciałek czuciowych, z drugiej zaś strony rozpraszają się w mózgowiu by połączyć się z odpowiednią komórką mózgową. Tak tedy szemat rozmieszczenia elementów czuciowych przedstawiony na Figurze 8 trzeba poprawić na szemat bardziej rzeczywistość reprezentujący przedstawiony na Fig. 10, gdzie widzimy nie liczne gałęzie nerwowe, w których od powierzchni do ośrodków zbiegają się miliony elementów czuciowych, mało stosunkowo zajmując przestrzeni w ciele zwierzęcem, a szeroko rozproszone u obwodu. Figura 11 przedstawia nitkę nerwową czyli nerw, w którego pochwie przebiega tysiące elementów czuciowych. Nie potrzebujemy dodawać że wzdłuż pochwy nerwowej, włókna pierwotne przebiegają każde oddzielnie, własną pochewką uzbrojone, nie zlewają się nigdzie i stale łączą tylko dany punkt u obwodu ciała z daną komórką w mózgu.

Wyżej powiedzieliśmy, mówiąc o najpierwotniejszej, najprostszej grudce protoplazmy, że gdy protoplazmę taką nakłujemy ostrzem igły, to ona się skurczy. Czemże jest to ukłucie? jest to oto wstrzą-



Fig. 10.

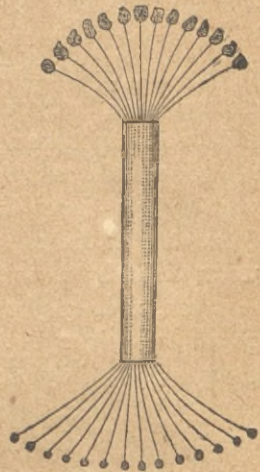


Fig. 11.

śnienie mechaniczne, które wywołuje ruch cząsteczkowy w protoplazmie i tem samym już wywołuje zjawisko czucia. Niekoniecznie wszakże ostrzem igły tylko, wstrząsnąć można cząsteczkami wrażliwej protoplazmy; szybkie uderzenie ciałem płaskim, lub nawet ucisk powolny jakimkolwiek mniej lub więcej twardem ciałem, wywołać może wstrząśnienie cząsteczek protoplazmy a właściwiej, wyprowadzić je ze stanu równowagi, która stanowi spokój czyli stan *bezcucia*. Ukłucie zatem, nacięcie, uderzenie lub ucisk choćby stosunkowo lekki, wywarte na te części elementów czucio-ruchowych, które się znajdują u obwodu ciała, w naszej skórze, wywołują w nich wra-

żenie, które przeniesione po nerwie czuciowym do protoplazmy ośrodkowej w mózgu, wytwarza tu *uczucie* które my nazywamy uczuciem *dotyku*, w ścisłym znaczeniu.

Cała więc, ciało nasze pokrywająca skóra, stanowi anatomicznie zmysł dotyku; budowa skóry jest więcej skomplikowaną, niż to się z pozoru zdaje, a części jej składowe stanowią przyrządy dodatkowe które warunkują normalną działalność ciałek dotykowych. Oczy nasze możemy zasłonić, ucho zatkać i w ten sposób usunąć zmysły te od wpływu bodźców zewnętrznych — powierzchnia wszakże ciała naszego jest ciągle wystawioną na stykanie się ze światem zewnętrznym — musi więc ona w budowie swej odpowiedzieć jednocześnie dwu warunkom: 1) zmniejszać i łagodzić wpływ zbyt energiczny świata zewnętrznego na tkliwe ciała dotykowe by nadmiar ich pobudzenia nie sprawiał nam bólu, 2) utrzymać czułość i delikatność poczucia by zmysł ten odpowiednie nam mógł przynieść usługi. Oto na Figurze 12 przedstawione jest przecięcie skóry naszej, która jak widzimy składa się z kilku warstw a mianowicie: na warstwie podskórnej *d* które się składa z tak zwanej tkanki łącznej luźnej (zazwyczaj bardzo w tłuszcz *f*) bogatej, która daje skórze właściwej i podkład miękki i przesuwalność bardziej dokładną, co wzmacnia może dokładność *macania*, a ustrzedz od zbyt gwałtownych uderzeń, ściele się skóra właściwa, która się składa z trzech warstw, *c*, *h*, tkanki skórzastej, dosyć sprężystej — która przy garbowaniu zamienia się właśnie

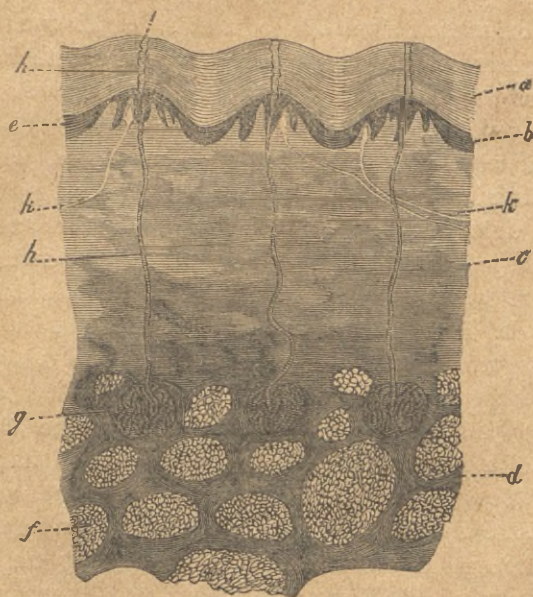


Fig. 12

na ciało łykowate, które nazywamy *skórą* w technicznym znaczeniu, ta tkanka skórna właściwa kończy się ku obwodowi jak widzimy *brodawkami*, otóż w każdej takiej brodawce mieści się ciało dotykowe, elementu czuciowego *k, k*, od którego nitka dochodzi do mózgu gdzie się kończy komórką nerwową ośrodkową (patrz element *a* Fig. 7). Wklęsłości pomiędzy brodawkami dotykowemi wypełnia warstwa t. z. śluzowa *b, e*, która się jeszcze do pewnej wysokości wznosi— jest to warstwa dająca brodawkom czuciowym pe-

wnego rodzaju miękką sprężystą otoczkę ułatwiającą udzielanie się wpływów zewnętrznych brodawkom a jednocześnie wpływ ten łagodzącą. Po nad warstwą śluzową ściele się wreszcie najbardziej powierzchowna warstwa nabłonkowa *a* czyli t. z. rogowa która jest dosyć tęgą i sprężystą, by chronić od zbyt energicznych wpływów ciała dotykowe, a dosyć cienką i podatną by nie tłumić zbyt znacznie czułości dotyku. Grubość, zbitość, sprężystość wszystkich tych błon jest istotnie misternie zastosowaną dla potrzeb naszego dotyku; są tu jeszcze i inne dodatkowe przyrządy, są gruczołki potowe (*g*) z długimi na powierzchni skóry otwierającymi się kanalikami (*i*), które odpowiednią wilgotność skóry zachowują, oraz gruczołki łojowe, które odpowiednią dają jej miękkość i podatność. — I włoski na skórze rosnące mają swoje znaczenie, i drobne mięśnie, śród niej porozrzucane, które kurcząc się, sprawiają jeżenie się włosów, ale nad tem wszystkim tu zastanawiać się nie możemy.

Przez pośrednictwo zmysłu dotyku oceniamy twardość lub miękkość ciała, jest to poczucie ciśnienia jakiego przedmiot dany na powierzchnię skóry naszej, więc pośrednio na ciała dotykowe wywiera — uczucie ciśnienia, więc poczucie większej lub mniejszej odporności ciała oceniany lepiej za pomocą innego zmysłu o którym poniżej mówić będziemy, a mianowicie za pomocą zmysłu mięśniowego, ale już i za pomocą czucia skórniego w części ocenić ciśnienie zdolni jesteśmy. Gdy rękę całą wraz z ramieniem przed siebie w powietrzu wyciągniemy i na dłoni ważyć będziemy

to cięższe to lżejsze przedmioty, wtedy oceniamy ciśnienie przedmiotów za pomocą zmysłu mięśniowego, jeżeli wszakże rękę samą położymy np. na stół dłonią do góry i na dłoń kłaść będziemy różnej wagi przedmioty, oceniać będziemy ich ciśnienie za pomocą zmysłu dotyku, lub gdy głowę położymy poziomo i na czoło położymy raz dziesiątkę srebrną, drugi raz srebrnego talara, ocenimy bardzo dobrze różnicę ciśnienia dwu tych monet i w tym razie za pośrednictwem ciałek dotykowych skórnych.

Oceniamy dalej przez pośrednictwo zmysłu dotyku powierzchnię ciała, np. gładkość, ziarnistość grubsza lub cieńsza, śliskość, chropowatość i t. d. gdy poduszkę palca naszego położymy na daną powierzchnię już oceniamy jej gładkość lub chropowatość — pochodzi to stąd że w pierwszym razie wszystkie ciała dotykowe w danym miejscu jednako są uciskane przez ciało twarde w drugim razie tylko te ciała, które trafiły na wypukłości powierzchni, uległy pobudzeniu te zaś pod którymi są zakłębnięcia powierzchni pozostały w spokoju — takie niejednostajne pobudzenia ciałek dotykowych, budzi w nas pojęcie chropowatości. Jeszcze lepiej wszakże oceniamy naturę powierzchni danego ciała przez przesuwanie skóry naszej po jego powierzchni, lub przez przesuwanie ciała po powierzchni skóry. W tym razie natrafianie na coraz nowe przeszkody, ciągle nowe pobudzenia z odpowiednimi pauzami ciałek dotykowych, daje nam pojęcie rozmaitego rodzaju nierówności powierzchni, jednostajne ciśnienie bez przerw daje nam pojęcie gładkości.

Przez przesuwanie skóry naszej (naturalnie najlepiej tej jej części, która jest najbogatszą w ciała dotykowe, a zatem końców palców u dłoni) po powierzchni ciała, otrzymujemy w dalszym ciągu pojęcie o ogólnych załamaniach powierzchni, więc o płaszczyznach, krawędziach, kątach bryłowych, łukach i t. d. słowem o *kształcie* przedmiotów, jakkolwiek i tu już w pomoc przychodzi nam zmysł mięśniowy, o czem poniżej.

Za pośrednictwem skóry naszej nabywamy też pojęcia o przestrzeni o tyle o ile umiemy umiejscowiać wrażenia na naszej skórze, umiemy odróżnić, że coś np. nas ukuło w stopę, w dłoń lub w czoło, nabywamy więc pojęcia o miejscu, w którym bodziec miał miejsce, lub o odległości jednego pobudzenia naszej skóry od innego pobudzenia, ale zawsze tylko w stosunku do przestrzeni zajętej przez nasze własne ciało, — to samo się odnosi i do ruchu ciała po powierzchni naszej skóry; pojęcie przestrzeni w szerszym znaczeniu i dalsze pojęcie ruchu daje nam znowu zmysł mięśniowy, o czem poniżej. To poczucie umiejscowienia bodźca na skórze naszej, przedstawia pewne ciekawe zjawiska, które nie należą wszakże do samej istoty zmysłu dotyku, a tylko do dziedziny pojęć naszych, zdobytych na uwadze i doświadczeniu, o której to kwestyi także poniżej dopiero wspomnimy.

Scharakteryzowawszy nieco wrażenia nasze dotykowe, zaznaczymy tu tylko raz jeszcze że tylko ruch gruby, energiczny, ruch ciała posiadającego względnie dużą zbitość, jest w stanie wywołać ruch cząsteczko-

wy, drganie molekularne w najprostszych przyrządach uczucia, stanowiących ściśle tak zwany *zmysł dotyku*.

Gdybyśmy posiadali tylko te elementy uczucia, o których dopiero co mówiliśmy, duch nasz posiadałby świadomość konsystencji, powierzchni, kształtu i ruchu (i to wszystko ułankowo) ale obcą by mu była świadomość światła, ciepła, dźwięku i t. d.

Pomijając jeszcze w tej chwili światło, ciepło, dźwięk, siły zależne wprawdzie od ciał, mające źródło swoje w ruchu materji, a pozostając przy samych ciałach, to przypuściwszy że one istotnie w ciemnej, zimnej i milczącej pograżone są przestrzeni, jeszcze byłyby bardzo ułankowo nam znane, gdyby świadomość o nich tylko za pośrednictwem zmysłu dotyku w nas się rodziła.

Wiemy że wszystkie ciała w trzech różnych występują w naturze postaciach a mianowicie jako ciała *stałe, ciekłe i lotne* najprostszym i najprzystępniejszym tego przykładem jest *lód, woda i para wodna*. Niektóre ciała w warunkach zwykłych przedstawiają się nam to w jednej to w drugiej postaci, jak np. woda inne ciała w warunkach fizycznych ziemi występują zawsze w jednej tylko postaci albo tylko jako ciała stałe np. krzemień albo tylko jako płynne albo wyłącznie lotne, np. tlen, azot w powietrzu.

Gdybyśmy posiadali tylko zmysł dotyku, posiadalibyśmy tylko jakie takie pojęcie o ciałach stałych, bardzo niedostateczne o ciałach ciekłych, żadne o lotnych.

Oto palce rąk naszych, w których szczególnie skupione są elementy czuciowe dotyku i które wysoką delikatnością w tym kierunku zdradzają, pogrążyć możemy w naczynia rozmaitemi napełnione płynami, w każdym z nich uczujemy że zawiera się płyn t. j. z małej odporności przy nacisku, ze słabości pobudzenia naszych elementów dotykowych, ocenimy że nie mamy przed sobą ciała stałego i nazwiemy je ciekłem, ale poduszkami palców naszych, które posiadają wysoce delikatny dotyk nie odróżnimy jakości płynów, nie odróżnimy wody od wina, mleka od octu i t. d. Są wprawdzie ciecze, które tak silny wpływ chemiczny wywierają na ciało nasze, że nawet na skórze wywołują pewne uczucia właściwe, piekące lub gryzące, mocny roztwór sody lub potażu, rozpuszczając nabłonki sprawia wrażenie śliskości, które wkrótce zmienia się na ból gryzący — kwasy stężone przez silne powinowactwo chemiczne do wody, pozabiają wody skórę naszą, sprawiają wrażenie suchości i szorstkości, które wkrótce zmienia się w ból piekący, więc nawet skórą palców naszych ocenić jesteśmy w możności odmienne charaktery niektórych cieczy, ale ocena ta jest bardzo niedokładną i bardzo ograniczoną, a to z dwu przyczyn: Naprzód protoplazma ciałek dotykowych sama przez się jest mniej wrażliwą i tylko energiczniejsze ruchy zewnętrzne mogą w niej wywołać właściwy ruch cząsteczkowy, stanowiący *wrażenie*; powtóre ciała te umieszczone są w sposób taki, że działanie na treść ich ciał ciekłych nie może się dostatecznie rozwinąć. Widzieliśmy

że ciała dotykowe, mieszczące się w skórze naszej, przykryte są grubą warstwą tak zwanych nabłoneków, które przeszkadzają dostatecznemu zetknięciu się danej cieczy z ciałkiem dotykowym. Każdy zapewne wie z własnego doświadczenia, że gdy na ręce mamy ranę pochodzącą czy to od zdrapania, czy od starcia, zacięcia lub ukłucia, to wtedy zamoczywszy się czy to spirytusem, czy kwasem choćby słabym, czy roztworem soli, uczujemy dotkliwie działanie tych cieczy, które dla skóry nienaruszonej zupełnie są obojętne. Dzieje się to skutkiem tego, że w miejscu, gdzie skóra pozbawiona jest nabłonkowej warstwy, ciecz bezpośrednio się styka z ciałkami dotykowymi i dla tego podrażnić je może. Ażeby więc ciała dotykowe, elementów czuciowych mogły być wrażliwymi na wpływ cieczy, niezbędnym jest warunek pierwszy, aby były dla cieczy dostępne, więc albo zupełnie obnażone, albo nader delikatnymi pokryte nabłonekami. Warunek ten spełniony jest na tak zwanej błonie śluzowej, pokrywającej *język* nasz i *podniebienie*. Ten jednak warunek wszakże nie wystarcza. Można zrobić doświadczenie fizjologiczne tego rodzaju: u kota np. lub u psa można przeciąć pewne nerwy łączące ciała czuciowe języka z mózgiem; wtedy można podawać płyny kwaśne lub gorzkie, których zwierzęta te w zwykłych warunkach by nie przyjmowały, z czego wynika, że ciała czuciowe, zdolne oceniać naturę cieczy, nie mogą z powodu przecięcia połączeń ich z komórkami w mózgu, przynosić do tego ostatniego wrażenia. U tych samych

wszakże zwierząt operowanych, lekkie nawet uklucie języka lub nacięcie, naciśnienie i t. p. wywołuje ze strony zwierzęcia objawy niezadowolenia, co dowodzi że nie wszystkie ciała czuciowe języka są odcięte od mózgu, ale tylko te widocznie zostały w łączności z mózgiem, które jakkolwiek pokryte delikatnym nabłonkiem, za mało są wrażliwe, by rozróżniać naturę płynów, ale dosyć są wrażliwe, by odczuwać energiczne wstrząśnienie mechaniczne. Istnieją więc i w języku ciała dotykowe takie same jak w skórze; są one wrażliwsze ale dla tego tylko że cieńszym pokryte są nabłonkiem, ale są także i ciała czuciowe, których protoplazma uległa nowemu wyróżnieniu, które czyni ją zdolną do odróżnienia natury płynów. Gdy inne nerwy łączące język z mózgiem przetniemy — można zwierzęciu język kłuć lub ciąć, bez wywołania wrażenia, ale za to zwierzę takie nie będzie piło wody gorzkiej lub kwaśnej. Wiadomo że człowiek i zwierzę używają pokarmów albo w stanie płynnym, albo częściowo lub zupełnie przez ślinę ust w stan płynny przechodzących (za wyjątkiem ptaków); żywienie się jest czynnością życiową, najniższym nawet organizmom właściwą, a kanał pokarmowy, a przynajmniej worek pokarmowy z gębą spotyka się już u bardzo niskich organizmów — ciągły więc wpływ ciał płynnych lub półpłynnych na ciała dotykowe w jamie ustnej będące (wiadomo że ciecze energiczniej rozwijają wpływ chemiczny aniżeli ciała stałe) przez oddziaływanie chemiczne na ich protoplazmę (i inne czynniki biologiczne wpływające

na rozwój istot organicznych) wywołał z czasem większą wrażliwość protoplazmy tej na czynniki chemiczne. Tak tedy obwodowe zakończenia elementów czuciowych w jamie ustnej wyróżniły się z rozwojem istot organicznych na ciała tak zwane *smakowe*. Ten szczególny bowiem układ zakończeń protoplazmy nerwowej, mieszczących się u człowieka na języku i podniebieniu, zdolnych wchodzić w stan pobudzenia pod wpływem ciał ciekłych, tę szczególną odmianę ciałek dotykowych nazywamy zmysłem *smaku*. Widzieliśmy że zmysł dotyku zostaje pobudzonym przez massowy, gruby ruch mechaniczny jaki ma miejsce przy dotykaniu ciał twardych, mniej lub więcej ostrych, chropowatych i t. p. czyli przez wpływ ruchu fizycznego. Wiemy dobrze, że dwie ciecze, jedna gorzka, druga słodka lub kwaśna, mogą mieć zupełnie jednakie własności pod względem fizycznym, mogą być mianowicie jednakowo gęste lub rzadkie, jednakowo ciepłe lub zimne, jednakowo barwne lub bezbarwne, jednakowo przezroczyste lub mętne, a jednakże jedna jest gorzka, druga słodka; różnica ta ich polega na odmiennym ich składzie chemicznym, więc na odmiennych własnościach chemicznych. Jeżeli więc z ciałkiem dotykowym smakowym, styka się raz jeden, raz inny płyn, a każdy z nich odmiennie drażni ciała smakowe, to dla tego, że pomiędzy protoplazmą ciała smakowego, a tymi płynami chemicznie różnymi, zachodzą odmiennie chemiczne processy.

Wiemy że działanie chemiczne polega na ruchu

atomów, które w czasie trwania procesu chemicznego, zmieniają wzajemnie swoje położenie, przyczem jedne ich związki rozczepiają się, a nowe się tworzą. Bądź co bądź mamy tu do czynienia z pewną formą ruchu cząsteczkowego, który stosownie do składu chemicznego danej cieczy, przyjmuje taką lub inną postać, takie lub inne natężenie. Widzieliśmy że w zmysle dotyku w skórze naszej, także ruch ciała zewnętrzny, tylko nie tak subtelny jak ruch chemiczny, pobudza do ruchu cząsteczkowego ciała dotykowe, w jednym zatem i drugim razie, ruch z zewnątrz przenosi się na protoplazmę przyjmującą wrażenie i przez pośrednictwo nerwów czuciowych przenosi się do protoplazmy mózgowej; tam wywołuje również ruch cząsteczkowy swoisty, który nazywamy wrażeniem świadomem, prowadzącem do pojęcia.

Cała powierzchnia języka naszego najeżoną jest drobnymi brodawkami, które nazywają się brodawkami smakowymi. Otóż w brodawkach pomieszczone są obwodowe ciała czuciowe, elementów czucio-smakowych. Element ten widzieliśmy na Fig. 7 b. Wtyle języka zwłaszcza istnieją brodawki większe, w których znajdują się wgłębienia, zwane dzbaneczkami smakowymi, a w dzbaneczkach skupione są obok siebie w gromadkach ciała czuciowe włókien nerwów smakowych, utwory te nazywają także pączkami smakowymi. Na Fig. 13 widzimy taki dzbaneczek w którym skupione są protoplazmatyczne zakończenia włókien nerwów smakowych, ze sterczącymi w górę swoimi końcowymi rzęskami. Bez wzglę-



Fig. 13.

du więc na swoistość protoplazmy tych zakończeń, widzimy jak odpowiednio one pomieszczone są dla zetknięcia bezpośredniego z cieciami po powierzchni języka rozlewającymi się. Ciałka te smakowe spotykają się nie tylko na powierzchni języka w gromadkach lub rozproszone pojedynczo ale i na tylnej części podniebienia na tak zwanem podniebieniu miękkim, a nawet i w gardzieli. Zwykle sądzimy, iż cały język jest wrażliwy na bodźce smakowe, ale tak nie jest; cała przednia powierzchnia języka, za wyjątkiem brzegów bocznych i samego wierzchołka pozbawioną jest zupełnie zdolności odczuwania smaku, łatwo się o tem przekonać można namoczywszy np. pędzelek w słodkim lub jakimkolwiek zresztą roztworze, pociągając niem po powierzchni języka w $\frac{2}{3}$ częściach jego przednich, przekonamy się, iż żadnego uczucia smakowego nie doznamy, najsilniej skupione są ciałka smakowe na tylnej powierzchni języka i tam też najsilniej odczuwamy wrażenia smakowe.

Wiadomo że nie każde ciało chemiczne ma własność oddziaływania chemicznego na wszystkie inne ciała. Jak np. kwasy łatwo oddziałują na żelazo a trudno lub wcale nie oddziałują na złoto jak np. tlen łatwo łączy się z węglem a azot w warunkach daleko trudniejszych, tak też i na protoplazmę cia-

lek smakowych nie wszystkie ciała oddziałują chemicznie i dla tego istnieją ciała o których mówimy że nie mają żadnego smaku. Że działanie cieczy na ciała protoplazmowe jest natury chemicznej, wynika to nie tylko z rzucającego się niemal w oczy logicznego prawdopodobieństwa, ale przemawiają za tem i te fakty, że istotnie całe grupy ciał posiadających pewne wspólne własności chemiczne i podobieństwo składu, posiadają też pewien wspólny smak. Np. kwasy stanowią grupę chemiczną pewnej kategorii — a wszystkie też posiadają smak właściwy: kwaśny. Sole, które stanowią również grupę chemiczną — odznaczają się smakiem słonym lub słono-gorzkim. Pewna grupa ciał mających dużo wzajemnego podobieństwa pod względem chemicznego składu i chemicznych własności tak zwane alkaloidy, posiadają wszystkie smak mocno gorzki. Są wprawdzie pewne ciała, które smaku podobnego są różne chemicznie, znowu takie, które chemicznie sobie bliskie są smaku różnego, ale to wcale nie przeczy zasadzie ogólnej — gdyż wiemy że często ciała bardzo spokrewnione chemicznie, na pewne czynniki zupełnie odrębnie oddziałują, nie tylko więc na protoplazmę ciałek smakowych. Ciała smakowe są tedy wybornymi odczynnikami chemicznymi, ale dla odpowiedzenia znacznej liczbie chemicznie różnych płynów, które przez jamę ust naszych przechodzą, posiadamy w ustach kilka zupełnie różnych odczynników.

Powiedzieliśmy że ciała smakowe są to zróżnicowane ciała dotykowe w ten sposób że protoplazma

ciałek dotykowych stała się w ogóle łatwiej podlegając działaniu chemicznemu. Ale same ciała smakowe uległy dalszemu zróżnicowaniu tak że jedne z nich są wrażliwsze na ciała, które dzięki swojemu składowi chemicznemu są gorzkie inne znowu są wrażliwszemi na ciała, które dzięki swojemu składowi chemicznemu są słodkie, słone lub kwaśne. Każdy z szanownych czytelników łatwo przekonać się może, że smak gorzki odczuwamy głównie na tyle języka i gardzieli, wierzchołek języka nie jest wrażliwym na gorycz ale za to na słodycz; u niektórych osób brzegi boczne języka szczególnie odczuwają smak słony. W ten sposób widzimy, że dla głównych rodzajów smaku istnieją oddzielne końcówki nerwowe i gdybyśmy nie posiadali takich ciałek smakowych jakie posiadamy w przednim końcu języka, nie mielibyśmy pojęcia *słodyczy*, i wyraz ten wypadł by zupełnie z owych liczących porównań, w których stosujemy pojęcie *słodyczy* do wrażeń zupełnie zmysłowi smaku obcych, cukier mógłby istnieć ale miałby dla nas smak mąki lub gumy.

Pomimo nieskończonej prawie gammy smaków, o czem każdy, skromną nawet kuchnią zadawalniający się dostatecznie jest przekonany, a cóż dopiero ci, którzy wysoko ceniąc kult smaku, dzięki rozwojowi handlu i komunikacyi, z łatwością większą niżeli ongi Lucullus, na jednej uczcie spożywają produkty Fauny i Pomony najodleglejszych stref globu, pomimo, powiadamy, tej nieskończonej różnorodności smaków, to jednakże przyjąć musimy istnienie czte-

rech tylko smaków zasadniczych a mianowicie: gorzki, słodki, słony i kwaśny. Bardzo znaczną część wrażeń smakowych przypisać musimy zmysłowi dotyku. Wspominaliśmy już, że w jamie ustnej posiadamy też bardzo liczne ciała dotykowe, takie same jakie są w skórze naszej, tylko że delikatność ich jest zwiększoną przez znacznie cieńszą, pokrywającą je błonę śluzową. Niektóre więc płyny działają na nie chemicznie wprawdzie, ale tak samo działają i na skórę obnażoną — wszelkie więc smaki piekące, palące, gryzące, szczypiące, ściągające, chłodzące i t. p. to nie są w ścisłym znaczeniu wrażenia smakowe, ale dotykowe, dla tego że dla powstania tych wrażeń, mogłaby protoplazma ciałek dotykowych żadnej nie uleść dyfferencyjacji. Do wrażeń smakowych zaliczamy nawet w potocznym życiu te wrażenia dotykowe, które wcale nie zależą od chemicznych własności pokarmów, ale wprost od ich natury fizycznej — twardość, miękkość, gęstość, ciągłość, kruchość, śliskość, chropowatość, rozpuszczalność większa lub mniejsza kęsów pokarmowych, wszystko to daje taką rozmaitość wrażeń przy poruszaniu języka, zębów, szcęk naszych i takie szczególne cechy często mniej lub więcej przyjemne nadaje naszym pokarmom, że pomijając zupełnie analizę fizjologiczną włączamy te wrażenia do cech *smaku* danych substancyj. Bardzo znaczną część wrażeń smakowych odnieść w dalszym ciągu należy do wrażeń powonienia, o czem poniżej wspomnimy. Jakościowe różnice czystych wrażeń smakowych istnieją tylko cztery wyżej wspomniane;

zobaczymyż jak wysoką jest wrażliwość tego zmysłu. Jakkolwiek wrażliwość ta jest wysoce indywidualną, co łatwo daje się spostrzegać, badając w tym kierunku liczne osobniki, można jednakże ogólnie tak powiedzieć: jeżeli jako przedstawiciele czterech rodzajów smaku weźmiemy cukier, sól kuchenną, chininę i kwas siarczany, to przekonamy się że roztwór zawierający jedną setną część cukru, już zaledwie daje smak słodki; roztwór zawierający soli kuchennej jedną tysięczną jest zaledwie słony, ale przy stosunku jeden na sześć tysięcy jeszcze u niektórych osobników zdradza słoność, roztwór chininy jeden na trzydzieści tysięcy, zdradza jeszcze ślady goryczy, a u niektórych tylko osobników jeden na sto tysięcy; roztwór kwasu siarczanego jeden na sto tysięcy daje zawsze jeszcze smak kwaskowy. Widzimy z powyższego, że pod względem natężenia wrażeń działa najslabiej cukier, silniej sól kuchenna, o wiele silniej chinina, najsilniej kwas siarczany; widzimy też jak wysoce delikatnymi i wrażliwymi odczynnikami chemicznymi są zakończenia elementów czuciowo-smakowych, zwłaszcza ciała wrażliwe na gorycz i kwaśność. Znakomity fizjolog Valentin twierdzi, że zdołał odróżnić nawet milionową część kwasu siarczanego w roztworze w porównaniu z wodą czystą, odczuwając w roztworze kwaśnym wprawdzie nie kwaśność, ale wyraźny choć lekki smak ściągający.

Kończąc uwagi nasze nad zmysłem smaku, zaznaczamy tu jeszcze raz tylko, że pomiędzy tak odmiennymi na pozór zmysłami jak dotyk i smak, zachodzi

wielkie zasadnicze podobieństwo, i tu i tam ruch ciał zewnętrznych wywołuje ruch w protoplazmie ciała czuciowego, skąd ruch ten przenosi się do mózgowia, w którym się staje wrażeniem świadomem. Mówiąc o dotyku skórnym nie wspomnieliśmy nic o wrażeniach cieplikowych, o których osobno poniżej będzie mowa, zaznaczamy tu tylko że w dotyku skórnym brany powszechnie za zmysł jeden istnieje właściwie oddzielny zmysł dotyku i oddzielny zmysł cieplikowy, oddzielne zakończenia nerwowe istnieją dla jednych i drugich wrażeń. Widzieliśmy, że w zmyśle smaku posiadamy właściwie oddzielny zmysł słodczy, goryczy, kwaśności i słoności, że więc dyferyncjacja protoplazmowych ciałek czuciowych w każdym oddzielnym zmyśle jeszcze dalej jest posunięta.

Zwróciliśmy uwagę naszą na to, że w przyrodzie wszystkie bez wyjątku ciała występują pod postacią potrójną: ciał stałych, ciekłych i lotnych. O ciałach stałych, o ich naturze przekonywamy się za pomocą dotyku. Gdyby człowiek żył bez wzroku i słuchu, to za pomocą dotykania miałby pojęcie o istnieniu ciał stałych o ich twardości, powierzchni, kształcie. Ale jak powiedzieliśmy dotyk skórnym nie wystarcza do odróżnienia cieczy pomiędzy sobą, aby i ta dziedzina zjawisk świata zewnętrznego mogła przejść do naszej świadomości, na to posiadamy inny dotyk, umieszczony w naszych ustach, dotyk smaku. Ale

i trzecia postać ciał to jest gazy czyli ciała lotne, posiadają szczególne własności których ocenianie dla spraw życiowych ma nie małą doniosłość; do tego oceniania wszakże ani budowa dotyku skórniego, ani dotyku smakowego nie jest uzdolnioną. Tak jak za pomocą dotyku skórniego możemy niedokładnie oceniać naturę płynów przez poczucie wilgotności, tłustości, gęstości i t. p. podobnie za pomocą dotyku skórniego ocenić możemy, ale jeszcze mniej dokładnie istnienie gazu zresztą dla nas niewidzialnego. Każdy z nas wie, że pogrążeni nie jesteśmy w próżni, ale że kąpiemy się wszyscy w powietrzu, które nas zewsząd otacza, którem oddychamy. Poruszając szybko dłonią szeroko rozwartą, czujemy pewien opór i przekonywamy się że jest w przestrzeni coś co nazywamy powietrzem, ale nie możemy za pomocą dłoni odróżnić czy to powietrze jest czystem czy zmieszaniem z innymi gazami, czy jest wonnem czy odrażającym? Wciągając powietrze przez usta gdzie delikatniejsza błona śluzowa pokrywa ciałka dotykowe, jeszcze łatwiej ocenimy przez szczególne wrażenie chłodu i lekkiego tarcia, że jakieś ciało niewidzialne, lotne przechodzi przez nasze usta, ale abyśmy mogli rozpoznać istotę tego gazu, na to potrzeba odmiennych nieco ciałek dotykowych, jeszcze delikatniej zbudowanych, jeszcze ruchliwszą protoplazmę posiadających, aby tak subtelny ruch, jakim jest ruch cząsteczkowy ciał tak zwanych woniejących, mógł się tej protoplazmie udzielić. Co to jest woń? Gdy promienie słońca, gdy blask latarni w noc ciemną oświeca na-

raz większe lub mniejsze przestrzenie na ziemi, nie przestaje wcale być ani słońce, ani latarnia mniej odległą od miejsc oświetlonych—w przestrzeni oświetlonej słońcem lub latarnią, niema żadnej cząsteczki ani słońca ani latarni, a jest tylko ruch fal świetlnych które ze substancją słońca lub latarni nie wspólnego nie mają, ani słońca ani latarni nie ubywa ani mniej ani więcej, czy ich promienie w nieskończoności się rozchodzą, czy giną w ciasno zastawionych zasłonach. Gdy struna dźwięcząca, gdy bęben uderzany, lub świstawka lokomotywy na rozległe przestrzenie rozprasza dźwięki — dźwięk sam w miejscu gdzie go słyszymy niema nic innego wspólnego z samem narzędziem muzycznym, jak tylko to że narzędzie muzyczne jest jego źródłem — wszakże ani cząstki struny dźwięczącej, ani cząstki bębna bijącego pobudkę, ani cząstki świstawki sygnałowej w przestrzeni się nie rozchodzą — nic z nich nie ubywa, choćby dźwięczały, bębniły i świstały bez końca, one tylko w miejscu pobudzają ruch falisty powietrza, ruch ten falisty powietrza w przestrzeń daleką się rozchodzi.

Gdy znajdujemy się w pobliżu lasu iglastego, to może podobnie jak szmer który zalatuje do ucha naszego to i woń aromatyczna jaka przyjemnie pobudza zmysł powonienia, jest tylko ruchem falistym powietrza, czy eteru pobudzonym przez processy vegetacyjne, odbywające się w igłach sosny lub jodły?

Istotnie, oto chemik jakieś ciało mocno woniejące od-

ważył ściśle, określoną wagę tego ciała zamknął w paczkę sumiennie i przesłał je przypiśmy z New-Yorku do Warszawy. Załoga na okręcie zainteresowana jest dziwną wonią rozchodzącą się z paczki, w mowie będącej. Woń ta rozchodzi się przez całą drogę od brzegów Ameryki do brzegów Europy, więc przez całą szerokość Atlantyku; zadziwia ważących ją urzędników kolei, wreszcie złożona w składzie materyjałów aptecznych w Warszawie, przez kilka dni rozlewa na dziedziniec cały i w mieszkaniach domu charakterystyczną woń swoją, w końcu zważona przez chemika warszawskiego, odpowiada w zupełności wadze zanotowanej na kwicie frachtowym przysłanym z Ameryki. Więc z ciała tego nic nie ubyło, więc ta woń, rozchodząca się na tej ogromnej przestrzeni, to chyba nie były cząsteczki substancji tegoż ciała — ale raczej coś na podobieństwo tonów wydawanych przez samogrające narzędzie muzyczne, które mogło by grać z New-Yorku do Warszawy, nie tracąc nic na swojej wadze? Istotnie, nadzwyczajna ilość i energia wydzielanej woni przez niektóre ciała, przy niedającej się określić utracie wagi ciała woniejącego, spowodowała wielu poważnych uczonych do twierdzenia że woń to nie są cząsteczki odrywające się od substancji woniejącej, ale to jakaś niepochwytana siła, jakiś ruch wypływający z ciała na podobieństwo prądów świetlnych, cieplikowych, elektrycznych lub wreszcie dźwiękowych. Zagadkę tę rozwiązał wszakże stanowczo Helmholtz za pomocą następującego doświadczenia: wiadomo że promienie ciepła przechodząc przez

absolutną próżnię, nie tracą nic ze swojej siły,*) natomiast przechodząc przez ciała stałe, ciekłe lub lotne, zostają w znacznej części przez ciała te uwięzione, innymi słowy wszystkie ciała mają własność mniej lub więcej silnego pochłaniania ciepła. Jeżeli tedy przez przestrzeń absolutnie próżną przepuścimy pewną ilość ciepła—przeźrenie nie ciepła nie pochłonie, jeżeli zaś przez przestrzeń wypełnioną powietrzem ciepło przejdzie będzie—pewna ilość ciepła zostanie przez powietrze pochłonięta — jeżeli w przestrzeni próżnej absolutnie umieścimy cząstkę ciała woniącego — tak że przestrzeń dana wypełniona będzie *wonią* to przekonamy się, że woń dana pochłonie pewną i to często bardzo znaczną ilość ciepła. To dowodzi że w przestrzeni wypełnionej *wonią*, istnieją rzeczywiste materialne cząsteczki, że więc ciało wydające z siebie woń, oddziela istotnie ze swojej własnej substancji niepomierne małe cząsteczki które się unoszą pod postacią par lub gazów, i że w rzeczywistości ciała woniące bezustannie tracą na swojej wadze, tylko tak drobne cząstki że często nasze grube miary i wagi ocenić tego nie są w stanie. Atmosfery wonne pochłaniają nawet bardzo znaczne ilości ciepła, tak np. pochłania:

woń paczuli	30	razy	więcej	ciepła	aniżeli	powietrze.
„ mięty	34	„	„	„	„	„

*) Nie biorąc w rachubę ogólnego prawa słabnięcia natężenia promieni ciepłikowych w odwrotnym stosunku kwadratów z odległości.

woń róży	36	razy	więcej	ciepła	aniżeli	powietrze
„ rozmarynu	74	„	„	„	„	„
„ kassyi	109	„	„	„	„	„
„ anyżu	372	„	„	„	„	„

Jeżeli niepodobna sobie wyobrazić rozmiarów cząsteczki najdrobniejszej ciała, która już dalej nie da się podzielić, a tylko rozszcześcić na atomy — to pewien obraz tej kolossalnej podzielności materji dają nam właściwie ciała woniejące. Szczypta piżma jest w stanie ogromne komnaty przez całe lata wypełniać swoją wonią — ileż miliardów cząsteczek oderwało się od tej szczypty piżma! jakaż musi być nieskończenie małą objętość takiej cząsteczki! a każda taka cząsteczka jest *piżmem*, posiada wszystkie jego fizyczne i chemiczne własności. Żaden chemiczny odczynnik nie jest dosyć czułym, aby wykazać mógł istotną zawartość tego ciała ulatniającego się w powietrzu — jeden tylko taki odczynnik istnieje — a nim jest protoplazma ciałek dotykowych węchowych, jam naszego nosa. Przenośnikiem woni jest powietrze. Płuca nasze, jak wiadomo, wciąż czerpać muszą nowe zasoby powietrza z otaczającej nas atmosfery, a kanałem przeznaczonym do wprowadzania powietrza do płuc i wyprowadzania go w stanie odmienionym, to nasz kanał nosowy, oddychanie bowiem fizjologiczne nie odbywa się przez pośrednictwo jamy ustnej, która służy tylko dla przejścia pokarmów i napojów do żołądka. Powietrze więc bezpośrednio nas otaczające wraz ze wszystkimi gazami w nim zawartymi, ze wszystkimi rozproszonemi w niem ciałami lotnemi,

przechodzić musi przez jamę nosową — w jamie też nosowej a mianowicie śród błony śluzowej wyścielającej jej ściany kostne, mieszczą się owe delikatne zakończenia dotykowe nerwów węchowych, których protoplazma tak czułą jest na czynniki chemiczne, że owe ślady piżma w powietrzu których żaden odczynnik chemiczny nie pochwyti, wystarczają do wywołania w niej processu chemicznego. Ruch więc atomów, właściwy rozlicznym processom chemicznym, stosownie do natury chemicznej danego ciała lotnego, wyprowadza z równowagi cząsteczki elementów czuciowych zmysłu powonienia, ruch ten cząsteczkowy przenosi się po włóknach nerwowych do komórek ich ośrodkowych w mózgu i tu ruch ten stanowi to co nazywamy świadomością woni. Kiedy szanowni czytelnicy rozkoszują się piękną wonią kwiatów, lub aromatem lasow sosnowych, wtedy to olejki lotne, które znajdują się w płatkach korony kwiatowej lub w miąższu igieł sosnowych, ulatniają się, rozchodzą się w powietrzu, a wraz z niem przechodząc do płuc naszych, napotykają na drodze subtelne zakończenia ciałek dotykowych powonienia (które widzieliśmy na Fig. 7 lit. c) wprawiają je w ruch cząsteczkowy i wywołują owo rozkoszne uczucie, które w parze idzie z tak silnym ruchem cząsteczkowym w ośrodkach mózgowych, że gdy ten nie trwa zbyt długo i nie jest zbyt energicznym — wywołać może owo odurzenie, upojenie rozkoszne, jakiego doznajemy pośród aromatu wonnej roślinności, albo też gdy jest zbyt gwałtowny, ocucić nas może z chorobliwego snu lub omdlenia.

Zmysł więc powonienia jest niesłychanie podobnym do zmysłu smaku; i tu i tam istotą pobudzenia jest ruch chemiczny, tylko że ciała węchowe daleko są czulsze na działanie chemiczne niż ciała smakowe, tak są czułe, że już woda czysta (która zresztą nie jest tak bardzo obojętnem chemicznie ciałem zwłaszcza dla wielu gatunków protoplazmy) zbyt energicznym jest dla nich czynnikiem i działanie ich niszczy. Stąd smak jest odczynnikiem chemicznym dla cieczy — powonienie wyłącznie dla par i gazów.

Ponieważ na ciała węchowe działają ciała lotne w nadzwyczaj wielkiem rozrzedzeniu, muszą one znaczną ilość przynajmniej ciałek węchowych jednocześnie pobudzić, by wywołać wrażenie świadome. Aby w jamie nosowej nie wielkiej stosunkowo pomieścić się mogła znaczna bardzo ilość ciałek węchowych — musi ta przestrzeń ograniczona być odpowiednio wyżyłką. To też istnieją w jamie nosowej nierówności, tak urządzone, aby w małej stosunkowo przestrzeni powierzchnia dotykowa była jak największą. Kanał nosowy prowadzi od nozdrzy ku tyłowi, gdzie się otwiera do gardzieli — otóż kanał ten jest w pośrodku rozdzielony za pomocą przegrody nosowej na dwa kanały oddzielne, skutkiem tego już zyskuje się dwie powierzchnie samej przegrody. Ze ścian bocznych znowu dwu tych kanałów sterczą poziomo ku przegrodzie trzy przegrody, które dzielą każdy kanał na cztery piętra, każde więc piętro posiada znowu powierzchnię dolną, boczną i górną — przegrody zaś te poprzeczne by dały jeszcze więcej powierzchni, nie się-

gają od ścian bocznych do przegrody podłużnej, ale zbliżają się tylko do tej ostatniej i łukowato zawijają się ku dołowi, skutkiem czego i rozchodzenie się gazów w jamie nosowej swobodnie się może odbywać i zyskuje się na wielkości powierzchni z którą gazy się stykają. U zwierząt, u których węch jest bardziej rozwinięty — rozwój powierzchni węchowej jest daleko większy; tu na Fig. 14 widzimy przecięcie po-

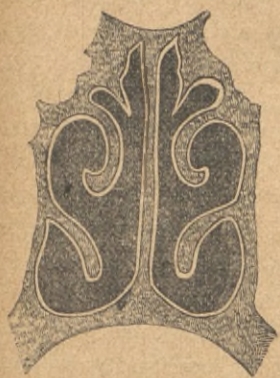


Fig 14.

przeczne jam nosowych u człowieka. Linijka środkowa to przecięcie przegrody kostnej podłużnej pionowej, od obu ścian bocznych widzimy przecięcia trzech przegród kostnych poprzecznych, zwanych muszlami, dzielących każdy kanał nosowy na cztery piętra. W zwykłych warunkach oddychania, główny prąd powietrza ma miejsce w dolnym piętrze, ponieważ jak wiadomo, kanały nosowe przy-

kryte są od zewnątrz rodzajem piramidalnego hełmu (zwanego w języku codziennym nosem) który opatrzony jest dwoma otworami u dołu. Dodać należy, że właściwe ciała węchowe znajdują się dopiero w górze jam nosowych od średniej muszli zacząwszy, widzimy więc, że są one nieco uchronione od zbytniego ruchu powietrza, a przy napelnieniu powietrza mocno

chemicznie działającymi gazami — nie są one, że tak powiemy, wystawione na pierwszy ogień. W błonie śluzowej dolnych piętr kanałów nosowych, znajdują się wszakże ciała czuciowe dotykowe, które nie uległy wyróżnieniu znacznemu, są one podobne do ciał dotykowych skórnych i do ciał dotykowych nie smakowych języka i podobnie jak te ostatnie z powodu delikatnej błony jaka je pokrywa są wrażliwe na silniej działające chemikalija. I tak np. uczucie gryzące, jakiego doznajemy przy wężaniu par salmiaku lub chrzanu, to uczucie raczej dotykowe, aniżeli węchowe podobnie jak wrażenie palące, szczypiące i t. p. na języku. Jeżeli w powietrzu są małe ilości ciała woniącego lub gdy gaz dany słabą tylko bardzo woń posiada — wtedy przez odpowiednie ruchy mięśni unoszących skrzydła nosa i w ogóle chrząstek nosowych jesteśmy w stanie prąd powietrza zwracać ku piętrům górnym kanałów, więc naraz większe ilości danego gazu zwrócić ku powierzchni na której rozproszony są końcowe ciała elementów czuciowo-węchowych, i siłę wrażenia tą drogą podnieść. W bliższy rozbiór tego mechanizmu mięśni i chrząstek tutaj wdać się nie możemy. Z drugiej strony, ciała dotykowe które w dolnych piętrach się mieszczą, stanowią niejako strażnicę, ostrzegającą o zbyt silnym wpływie chemicznym danego ciała lotnego, wywołują odruchowo wstrzymanie oddechu i chwilowe oddychanie przez usta, niedopuszczając tym sposobem zbyt silnego czynnika do wrażliwych ciałek węchowych, które mogły by uleść mniej lub więcej trwałemu zni-

szczeniu; zbyt silne podrażnienie ciałek dotykowych w nosie wywołać też może gwałtowny wydech czyli kichnięcie, które jamy nosowe uwalnia nawet od tej niewielkiej ilości zbyt drażniącego ciała która się tam już była dostała. Silnie działające wonie już na dolne piętra jam nosowych, wywołują też przez odruch zwiększenie wydzieliny gruczołów łzowych, a wiadomo że łzy przez kanaliki łzowe spływają do jamy nosowej (każdy zapewne zauważył że osoby płaczące, chustkę nie tylko do oczu ale i do nosa muszą stosować, by zbierać nadmiar wydzieliny z nosa w czasie płaczu — wydzielina ta, to łzy) i to urządzenie w części się przyczynia do usunięcia z jam nosowych mocniej drażniących substancyj. Widzimy że pobudzalność ciałek woniowych jest bardzo wielką, ale że też w ustroju tego zmysłu, natura bardzo opiekuńczo ciała te umieściła. Że wrażliwość ciałek woniowych jest bardzo wielką to samo się rzuca w oczy, ale robiono specjalne poszukiwania dla oceny stopnia tej wrażliwości i to porównawczo w obec rozlicznych ciał woniących; oto co doświadczenie wykazało: zastrzegamy wszakże że tak jak to mówiliśmy przy wrażliwości ciałek smakowych, różnice indywidualne są tu bardzo wielkie. Doświadczenia w ten sposób czyniono że w pokoju znanej objętości, rozprowadzono daną ilość ciała woniącego, obliczono więc stosunek ilości ciała woniącego do ilości powietrza w pokoju — następnie obliczono ile powietrza przez jamę nosową przeszło od chwili wejścia do pokoju do chwili pocucia woni, skąd obli-

czono ilość ciała woniejącego, które wystarczyło do wywołania wrażenia węchowego. Jeszcze chcemy zwrócić uwagę szanownych czytelników na wartość wagową grama, w tej bowiem jednostce wyrażone będą wartości najmniejszych dających się odczuć ilości ciał woniejących. Oto jeden gram odpowiada w przybliżeniu jednej ćwierci zwykłej łyżeczki kawowej czystej wody, czyli 15 kroplom wody.

Wrażenie tedy węchowe wywołuje już w ilości:

jednej	30,000	części	gramma	— Ammoniak.
"	50,000	"	"	Fosforowodór.
"	600,000	"	"	Brom.
"	1,700,000	"	"	Olejek mięty.
"	5,000,000	"	"	Siarkowodór.
"	20,000,000	"	"	Olejek różany.
"	2,000,000,000	"	"	Piżmo.

Zwrócić też musimy i na to uwagę że siła woni olejków roślinnych jest wyższą niż się wydaje z liczb powyższych, gdyż takie ciała jak brom, siarkowodór i t. p. są w całej swej substancji jednolitemi, gdy tymczasem z objętości olejków odchodzi znaczna część na bezwonnny olej tłusty.

Doskonale umiemy odróżniać barwy oczami naszymi, nazywamy je ogólnemi nazwami za pomocą których porozumiewać się z łatwością możemy; śnieg, mleko, kreda i t. p. posiadają kolor *biały*; heban, węgiel, włos murzyna — *czarny* i t. d. i t. d. obrazowo tylko używamy wyrażen kolor *śnieżny*, *mleczny*, *kredowy*, *hebanowy* i t. d., barwę przedmiotów

jesteśmy więc w stanie oderwać od samego przedmiotu i stworzyć sobie pojęcie oderwane, białość, zieloność i t. d. Już mniej dokładnie ale zawsze przynajmniej co do 4 głównych odmian nazywać umiemy wrażenia smakowe i posiadamy pojęcie goryczy, słodyczy, kwaśności i słoności. Wrażeń węchowych nie umiemy wcale nazywać, wymieniamy tylko *przedmiot*, który charakterystyczną dla siebie woń posiada. Bezwątpienia że był czas w okresie niemowlęcym ludzkości, w którym i dla kolorów język nie posiadał nazw, jakkolwiek już je posiadał dla przedmiotów i zmuszony był dzisiejsze wyrazy kolor biały, czarny, zielony, oznaczać np. przez wyrazy: kolor mleka, węgla, trawy — otóż zmysł woni pozostawać się zdaje dzisiaj jeszcze w niemowlęctwie swoim. Rozumie się, że w naturze ustroju naszego i w naturze zjawisk świata zewnętrznego spoczywały warunki, dla których jedne nasze zmysły tak bardzo się rozwinęły i tak znaczną treścią zubożyły ducha naszego, inne zaś albo się nie rozwinęły, albo owszem raczej wstecznemu aległy przeobrażeniu; wśród tych ostatnich pierwsze miejsce zajmuje zmysł powonienia. Widzimy też nie tylko że u zwierząt bardziej jest on rozwiniętym aniżeli u człowieka, ale i że u człowieka dzikiego, więcej jest rozwinięty niż u cywilizowanego. Umysł ludzki, posiłkując się kombinacją swoich zmysłów — poznanie niektórych dziedzin rozszerzył znacznie dalej po za naturalne granice poznawania zmysłowego zdołał nie tylko wzmocnić samą materyjalną zdolność zmysłów (drobnowidze, dalekowidze, trąbki słuchowe,

mikrofony i t. p.) ale przez analizę zjawisk świata zewnętrznego, potrafił spotęgować pierwotną, naturalną świadomość zmysłową. Inną jest np. świadomość słyszanego *la, la, la*, u człowieka niewykształconego, inną u muzyka lub fizyka, z których pierwszy po za pierwotną grubą świadomością słyszanego dźwięku umie dźwięk ten nazwać właściwą nazwą tonu i we właściwy pomieścić registr tonów, drugi zaś jeszcze głębszą posiada świadomość tegoż samego zjawiska bo umie liczbami określić ilość drgań które przy tonie tym wzruszają w sekundzie powietrzną i nasze przyrządy zmysłowe. W końcu zwykliśmy nawet już mylić się w tym względzie i sami nie rozróżniamy w obec danego zjawiska, tego co w niem jest naszym duchowym wnioskiem, a co istotnem wrażeniem zmysłowem. Otóż we względzie zmysłu woni jesteśmy pod każdym względem nader niedostatecznie wykształceni, bo nie tylko że nie staliśmy się panami tego zmysłu, ale i nie staliśmy się dotąd panami tych zjawisk, które na zmysł ten tak silnie wpływają. W porównaniu z nauką o świetle, ciepłe, dźwięku (po za naszą wrażliwością zmysłową) nauka o woni jest dotąd zupełnie zaniedbaną, fizyka i chemija woni jest nauką przyszłości — i dla tego też może że nie mamy opracowanego materiału do posunięcia się w jakichkolwiek wnioskach po za najgrubsze wrażenia węchowe, nie nauczyliśmy się w dziedzinie tych zjawisk stworzyć pojęć oderwanych. Ile empirycznych *wrażeń* węchowych, tyleż empirycznych związanych z niemi *pojęć* węchowych; skutkiem

tego też nie podobna prawie zjawisk woni ułożyć w pewne ogólne kategoryje i ściśle usystematyzować, powiadamy ściśle, bo bądź co bądź do pewnego stopnia uczynić to jesteśmy w stanie. Będzie to podział empiryczny, rzeczą dalszych badań naukowych jest ogólnym prawem podział ten usprawiedliwić. Przy wążaniu rozmaitych substancyj, zauważyć możemy że wonie jedne są do siebie więcej podobne, że się nawzajem przypominają, a nawet przy małej wprawie łatwo o omyłkę i zamianę, inne znów między sobą dużo mają podobieństwa, inne natomiast zupełnie są różne i nigdy w wątpliwość nas nie wprowadzą co do swej indywidualności. Omyłkę możemy uczynić w granicach jednej grupy ale nigdy nie pomieniamy woni grup oddzielnych. Szeregi te będą np.

- Szereg I. Olejek terpentynowy, jałowcowy, kajaputowy, kminkowy.
- „ II. Styraks, żywica gwajakowa, balsam peruwiański, żywica benzoeso wa wanilla.
- „ III. Ol. rozmarynu, lawendy, majoranku, tymianu.
- „ IV. Ol. pomarańczowy, cytrynowy.
- „ V. Ziele paczuli, waleriana alpejska.
- „ VI. Czosnek, assa foetida, siarek węgla.
- „ VII. Ol. gwoźdźkowy.
- „ VIII. Ol. cynamonowy.
- „ IX. Piżmo.

W obec wielkiej ilości chemicznie bardzo od siebie różnych ciał lotnych, w obec tego że wpływ ciał lo-

nych na końcówki obwodowe elementów węchowych polega na działaniu chemicznem, koniecznie przyjąć trzeba, że tak jak w zmysle smaku, dla zasadniczych czterech smaków przyjmowaliśmy cztery odmienne gatunki włókien nerwowych smakowych tak też i w zmysle powonienia ciała węchowe wyróżniły się na odrębne grupy uzdolnione wyłącznie do odczuwania pewnych tylko woni — a ta wielka różnaitość wrażeń wonnych zależy od połączeń i kombinacyj pewnych woni zasadniczych.

Tak jak nie wszystkie ciecze, które nam się wydają że są wszelkiego pozbawione smaku, istotnie są własności smaku pozbawione, ale tylko my nie posiadamy odpowiednich ciałek smakowych, które by były wrażliwemi na wpływ ich chemiczny, tak też nie wszystkie gazy bezwonne dla nas, są istotnie bezwonnemi. Zapewne niektóre kwiaty, bogatemi odznaczające się barwami, ale dla nas bezwonne, posiadają woń sobie właściwą i być bardzo może że zwierzęta i owady, które w ogóle zdają się mieć bardziej rozwinięty zmysł woni od nas — rozkoszują się wrażeniami wonnemi, które dla nas zupełnie nie istnieją — a przynajmniej wonnemi temi wrażeniami powodują się w wyborze pokarmu dla siebie, w unikaniu trucziny lub w zbieraniu materyału np. do wyrobu miodu. Wyżej mówiąc o zmysle smaku, nadmieniliśmy iż znaczną część wrażeń uznajemy za smakowe, które właściwie są węchowemi. Większa część pokarmów i napojów zawiera w składzie swoim ciała lotne, które w części przez nozdrza, w większej zaś

części przez komunikacją jaka istnieje w gardzieli pomiędzy jamą ustną i nosową wchodzi w bezpośrednie zetknięcie ze zmysłem powonienia i sprawiają że najczęściej, zupełnie w świadomości naszej mieszamy wrażenia smakowe i węchowe. Łatwo się o tem przekonać może każdy, gdy wzięwszy np. w usta łyk wyśmienitego wina, zachwycać się będzie jego smakiem, następnie zaciśnie nozdrza, w skutek czego ruch powietrza wstrzymany zostanie w kanale nosowym, i tegoż wina znowu skosztuje, poczuje wtedy jakiś płyn mniej lub więcej słodki, ściągający lub lekko drapiący, ale zresztą bez żadnego *smaku!* zupełnie nie nadający się do rozkoszowania się niem — oto przez wstrzymanie dopływu powietrza napojonego lotnemi eterami wina, do jamy nosowej — pozbawiliśmy ściśle biorąc wina jego właściwej woni, ale nie jego smaku, pomimo to przestaje nam smakować. Zresztą każdy chyba doświadczał sam na sobie, że przy katarze nosa przy którym nabrzmięwa błona śluzowa jam nosowych i powleka się nadmiarem śluzu, przez co ciała woniejące nie mają przystępu do ciarek węchowych i ustaje zupełnie powonienie, doświadcza się zupełnej prawie utraty smaku w ustach; rzeczywiście smaku właściwego nie tracimy w tym przypadku wcale, ale to nam dowodzi jak ważną rolę grają własności wonne pokarmów naszych w uczynieniu ich dla nas nie tylko miłymi, ale po prostu znośnymi.

Aby otrzymać wrażenie dotykowe skórne, musi dany przedmiot bezpośrednio z powierzchnią ciała naszego się zetknąć, aby otrzymać wrażenie sma-

kowe musi dana ciecz lub ciało stałe rozpuszczalne w naszej ślinie, również zetknąć się bezpośrednio z jamą ust naszych; gdybyśmy więc tylko te dwa zmysły posiadali znalazłobyśmy rzeczy o tyle tylko o ile one bezpośrednio z nami się stykają, zmysł powonienia daje nam już pojęcie o przedmiotach będących od nas w pewnej odległości, bo chociaż tu cząstka ciała woniącego bezpośrednio się styka z ciałkami czuciowymi, ale cząstka, niesłychanie drobna, odrywana od przedmiotu samego i przeniesiona od swojego źródła do naszych ciałek węchowych. Zresztą, nas najchętniej nie interesuje same ciało które drażni nasze ciałka węchowe, ale ten przedmiot z którego pochodzi ulatniające się ciało woniące, najczęściej przeciętnemu człowiekowi obcą, nawet zupełnie jest istota ciała istotnie woniącego i tak np. często bardzo powiadamy: muszą tu gdzieś w bliskości być zapalki, bo czuć w powietrzu fosfor; nie chodzi tu nam tyle o sam fosfor ile o zapalki, ale co więcej jesteśmy w błędzie gdy się wyrażamy że czuć fosfor, bo nie fosfor czujemy ale raczej związek jego tlenowy, który się wytwarza przy zetknięciu fosforu z tlenem powietrza i jest ciałem lotnym. Nasze ciałka węchowe pobudza tlenowy związek fosforu, jesteśmy pewni, że woń ta pochodzi od fosforu a wnosimy że w zwykłych warunkach tylko zapalki mogą być źródłem danej woni. Nieraz przechodząc koło zabudowania jakiego, powiadamy: tu czuć krowy, musi być blisko obora — do jamy nosowej dostały się pewne lotne produkty gnicia, pochodzące z wydzielin tych zwierząt, mało

kto wie do jakiej grupy ciał chemicznych należą te ciała lotne, ale każdy wnioskuje ze swoistej woni że w bliskości znajdują się krowy. Widzimy tedy że zmysł woni wiąże nas głębiej z otaczającym nas światem, bo nie tylko z bezpośredniem otoczeniem naszym ale i z dalszą przestrzenią, a u zwierząt z przestrzenią istotnie zdumiewająco wielką.

Zmysły dotyku i smaku nie pobudzają najniższych istot zwierzęcych do ruchu; istoty te dla których najwłaśniejszym motorem życiowym jest żywienie się, spoczywają w miejscu, a z chwilą gdy pokarm niesiony np. prądem wody bezpośrednio się do nich zbliży i podrażni ciała dotykowe i smakowe, one go pochłoną — zmysł powonienia natomiast zdradza materyjał odżywczy już w pewnej odległości i pobudza zwierzę do przybliżenia się do niego w kierunku najsilniejszej woni, rodzący się zmysł woni tedy, rozwijał organy ruchu. Jakkolwiek jednak zmysł powonienia zapoznaje nas z przedmiotem w pewnej odległości od nas będącemi to jednakże jak widzieliśmy polega jego czynność na bezpośredniem zetknięciu cząstki ciała wonnego z ciałkiem węchowym i dla tego wszystkie trzy zmysły a mianowicie dotyku, smaku i woni — są zmysłami dotyku w obszerniejszem tego słowa znaczeniu. Protoplazma obwodowych ciałek elementów czuciowych dotyku, zostaje do ruchu cząsteczkowego pobudzoną przez wpływy mechaniczne ciał świata zewnętrznego, a ruch ten przenosi się przez włókna czuciowe do komórek mózgowych, a protoplazma obwodowych ciałek elementów czuciowych smaku i po-

wonienia zostaje do ruchu cząsteczkowego pobudzoną, przez wpływy chemiczne ciał świata zewnętrznego, a ruch ten przenosi się przez włókna czuciowe do komórek mózgowych. Widzimy tedy jakie zachodzi istotne podobieństwo pomiędzy trzema tak różnymi z pozoru zmysłami jak dotyk, smak, powonienie.

Zaznaczamy jeszcze raz że tylko szczególne odmiany w pomieszczeniu obwodowych ciałek elementów czuciowych, w ich otoczeniu i pewne zmiany w budowie zawsze jednej i tej samej w głównych swoich chemicznych i fizycznych własnościach składającej je protoplazmy — stanowią tę różnicę zdolności ich doprowadzania do mózgu naszego odmiennych szeregów wrażeń, zaznaczamy raz jeszcze że protoplazmy tej zasadnicze własności są także same, jak własności zasadnicze, protoplazmy ameby prostej.

Dotyk, smak i powonienie to trzy wyróżnienia protoplazmy czuciowej, ciała czujące słodycz, gorycz, kwaśność i słoność, to dalsze wyróżnienia w granicach zmysłu smaku — różne ciała węchowe odczuwające główne grupy ciał woniejących, to dalsze wyróżnienia protoplazmy w granicach zmysłu powonienia. Oprócz wrażeń dotykowych skóry, odbieramy przez pośrednictwo tegoż organu wrażenia cieplikowe, możemy powiedzieć że to jest wyróżnienie protoplazmy czuciowej w granicach organu skóry ale nie w granicach zmysłu dotyku, bo jak później zobaczymy, poczytać trzeba wrażenia cieplikowe za oddzielny zupełnie zmysł jakkolwiek prze-

ważnie wraz ze zmysłem dotyku mieści się w skórze naszej. Pomimo jednakże tak bliskiego sąsiedztwa zmysłu cieplikowego ze zmysłem dotyku i pewnych pozornych podobieństw pomiędzy tymi dwoma zmysłami które dawniej brano za zmysł jeden, dla przyczyn które poniżej będą wyłuszczone przystąpimy w tej chwili do innego szeregu wrażeń.

Już przez pośrednictwo zmysłu powonienia stajemy się częściowo w możności oceniać przedmioty lub zjawiska w pewnej odległości od naszego *ja* będące, jeszcze bardziej pomocnymi dla nas w tym względzie są szmery i dźwięki. Łoskot roztrącających się fal morskich, już zdala zapowiada nam kres stałego lądę, ryk lwa lub wycie wilka zdaleka ostrzega wędrowca o grożącym mu niebezpieczeństwie, huk dział zdaleka zapowiada nam nieraz rozpoczęcie walki zabójczej, zwiastuje tryśnienie potoków krwi i łez, przytłumione grzmoty w przestrzeni rozlegające się, obwieszczają nam iż gdzieś daleko szaleje burza, zwiastuny te mniej lub więcej ważnych dla nas zjawisk, zawdzięczamy zmysłowi *słuchu*. Głos ludzki, ten cudowny materiał mowy, przez którą gienijusz ludzki mógł osiągnąć tę potęgę, jaką istotnie osiągnął, przez pośrednictwo którego dzielimy się myślą i uczuciem, wyrażamy wolę naszą i pragnienie — głos ten przemawia do nas przez pośrednictwo słuchu. Dzięki temu zmysłowi, cudne dźwięki muzyki rozszerzają ska-

łę najszlachetniejszych naszych życiowych rozkoszy, zagrzewają nas do czynów bohaterskich, lub budzą najtkliwsze uczucia. A jednakże, poczucie dźwięku jak poczucie dotyku, smaku i powonienia są w istocie swojego mechanizmu do siebie podobnymi. I tu powtarza się to samo: z jednej strony protoplazmowe zakończenia nerwu słuchowego, będące obwodowym przedłużeniem protoplazmy w ośrodku mózgowym, z drugiej strony przyrządy pomocnicze i umieszczenie tych ciałek w ten sposób urządzone że pozwalają na bezpośrednie zetknięcie się ruchu zewnętrznego z ciałkiem dotykowym nerwu słuchowego.

Co to jest dźwięk? Każdy z szanownych czytelników pamięta zapewne jak to sam niegdyś lub którykolwiek kolega szkolny wdrażał stalkę w pulpit ławki szkolnej i nagiąwszy palcem też stalkę ku dołowi i nagle oswobodziwszy ją otrzymywał dźwięk mniej lub więcej przyjemny, głośny, wysoki to niski, każda z nadozobnych czytelniczek pamięta zapewne jak nieraz uchwyciwszy nitkę między ząbki, a drugi jej koniec wyciągając jedną rączką, palcem drugiej uderzała nitkę, przyczem nitka również wydawała bawiące ją wówczas dźwięki; stalka zgięta i nagle puszczonej nie od razu przyjmuje poprzednie spokojne poziome położenie, ale dzięki sprężytości swojej, najprzód podnosi się wahadłowo po nad poziom, później wraca pod poziom, aż po kilku szybkich bardzo ruchach wahadłowych, po kilku więc drganiach, zatrzymuje się spokojnie w płaszczyźnie sobie właściwej. Nitka wprowadzona gwałtownie z kierunku prostolinijszego

w kierunku łuku, dzięki swojej sprężystości nie wraca odrazu w kierunku prostolinijny, ale po kilku ruchach w jedną i drugą stronę od poprzedniego swojego kierunku, czyli po kilku drgnięciach poprzecznych powraca dopiero do spokojnego, pierwotnego, prostolinijnego położenia. Widzimy tedy, że tak stalka umocowana w jednym końcu jak i nitka umocowana w dwu końcach, wydawały tony wtedy, kiedy ulegały ruchowi drgającemu.

Wszelki dźwięk ma źródło swoje w mniej lub więcej szybkim, energicznym ruchu ciała sprężystego — ruch ciała dźwięczącego to *źródło* dźwięku, ale jeszcze nie całe zjawisko. Stalka w drzewo wdrażona, lub nitka napięta, wykonywając szybki ruch, uderza energicznie powietrze otaczające; najbliższa warstewka powietrza pod naciskiem uderzenia zrazu zgęszcza się, lecz ponieważ powietrze jest sprężystem, po chwili znowu się rozrzedza i rozszerza również energicznie, to rozszerzenie się nagle warstewki powietrza uderza sąsiednią warstewkę powietrza, która z kolei się zgęszcza, by po chwili się rozrzedzić i następną warstwę powietrza zmusić do zgęszczenia się i następnego rozszerzenia i t. d. i t. d. od warstewki do warstewki rozchodzą się te kolejne zgęszczenia i rozrzedzenia po całej powietrznicy, coraz dalej i dalej, słabnąc naturalnie stopniowo. Ponieważ zaś stalka lub nitka wielokrotnie ruch swój to w jedną to w drugą stronę powtarza, przybywają więc coraz to nowe uderzenia i tak fale kolejnych zgęszczeń i rozrzedzeń powietrza w przestrzeni rozchodzą się tak długo, jak

długo drga przedmiot w ruch wprawiony, a nawet nieco dłużej. Te rozchodzące się fale powietrzne we wszystkie strony od źródła t. j. od ciała drgającego—oto jest w istocie swojej zjawisko dźwięku. Fale rozchodzące się w coraz to większe koła na powierzchni wody, gdy w nią naprzykład kamień wrzucimy, a co chyba każdy miał sposobność spostrzegać, oto najlepszy obraz fal dźwiękowych, rozchodzących się w powietrzu.

Te rozchodzące się fale powietrza, napotykające na drodze swoje najrozlicniejsze przedmioty, uderzają te ostatnie, i jeżeli tylko przedmioty te są sprężyste, to i w nich wywołują drgania ich cząsteczek.

Wszystkie narzędzia muzyczne polegają na tem, że wprawiamy w drganie jakiegokolwiek ciała sprężyste i za jego pośrednictwem wywołujemy falowy ruch powietrza, albo też za pomocą odpowiedniego urządzenia, samo powietrze wprawiamy bezpośrednio w ruch falisty. Przez uderzenie pałeczką w bęben, lub tamburino wprawiamy w drganie błonę napiętą, przez pośrednictwo młoteczków podnoszących się przy naciskaniu klawiszów, lub przez pociąganie smyczkiem, lub bezpośrednio wstrząsanie palcami, wprawiamy w drganie napięte struny fortepianu, skrzypiec lub harfy. Przez wpędzanie powietrza ustami lub za pomocą miechów do fletu lub piszczałki organów, wprowadzamy bezpośrednio w ruch drgający słup powietrza w zamkniętej rurze się znajdujący. W niektórych narzędziach muzycznych wywołuje się tony przez jednoczesne pobudzenie do drgań ciała sprężystego

i ograniczonego słupa powietrza za pomocą tak zwanych języczków, jak to ma miejsce w klarncie, oboju, fagocie a także i w piszczalkach organowych, jeszcze w innych narzędziach muzycznych ciało drgające stanowią własne nasze wargi ustne, zastępują one języczki dopiero co wymienionych narzędzi; tu należą trąby i rogi. Dla tego to użycie tych narzędzi wymaga znajomości układu ust, gdyż najsilniejsze dęcie w nie powietrza nie wywoła jeszcze tonu, jeżeli przy niewłaściwym osadzeniu ich w ustach, wargi nasze nie będą w ruchu drgającym. Do narzędzi języczkowych należy również krtan ludzka, w której dwie blaszki sprężyste, tak zwane struny głosowe mogą odpowiednio być napięte i ulegają ruchowi drgającemu gdy z płuc naszych odpowiedni prąd powietrza w nie uderza. Bez względu tedy na źródło dźwięku, polega on na rozbudzeniu i rozechodzeniu się w przestrzeni falistego ruchu, powietrza lub jakiegokolwiek ciała sprężystego. Nie tylko bowiem powietrze jest przenośnikiem dźwięku, ono jest nim najczęściej dla tego, że wszystkie przedmioty na powierzchni ziemi, w powietrzu się kapią. Każde ciało sprężyste, każdy gaz, woda i inne płyny, ciała stałe ulegać mogą postępującemu drganiu swych cząstek i mogą też być środkiem, w którym się odbywa przedmiotowo zjawisko dźwięku. Tylko próżnia istotna nie może dźwięków przenosić, bo dla rozechodzenia się dźwięku koniecznym jest jakikolwiek środek materalny. Wiadomo że nurkowie w głębi wody słyszą dźwięki powstające w wodzie lub nad wodą;

górników w głębi kopalni dochodzą szmery z powierzchni ziemi, ale gdy dzwonek z donośnym dźwiękiem umieścimy pod klosz szklany i z takowego powietrze wypompujemy — widzieć będziemy ruch młotka z poprzednią siłą uderzającego w tarczę dzwonka — lecz dźwięku żadnego nie usłyszymy. Na Fig. 15 widzimy idealny obraz drgań powietrza rozechodzących się w przestrzeń od dzwonka, fale te przez otwór zewnętrzny ucha naszego wpadają do przewodu usznego, w dalszej drodze uderzają w błonę bębenkową,

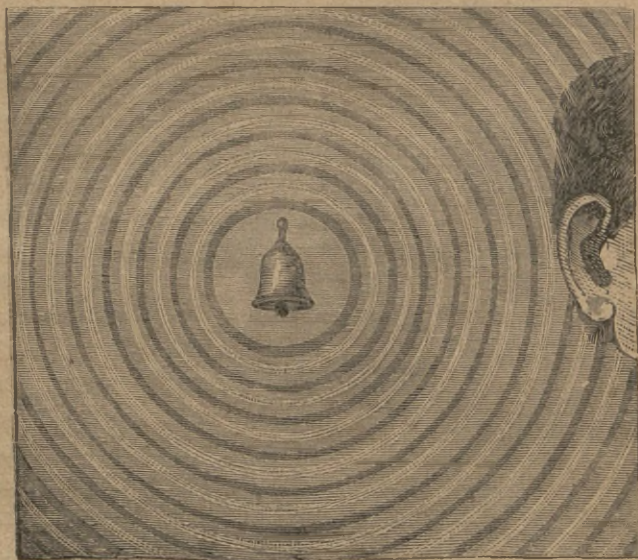


Fig. 15.

która jest rozpiętą na wewnętrznym otworze przewodu słuchowego i błonę tę również w drganie wprawiają. Błona bębenkowa udziela drgania te przez pośrednictwo bardzo delikatnych i wysoce kunsztownych przyrządów, płynowi we wnętrzu ucha zawartemu. Płyn tedy wodnisty we wnętrzu ucha naszego, powtarza wiernie wszystkie drgania dźwiękowe, jakie z zewnątrz doń dochodzą; w tym to płynie umieszczone są zakończenia obwodowe włókien czuciowo-słuchowych, na które drgania w mowie będącego płynu się przenoszą, wywołują w nich ruch cząsteczkowy, ruch ten przechodzi przez protoplazmę włókien słuchowych do części ich ośrodkowych w mózgu i tam wywołuje to co nazywamy wrażeniem tonu lub szmeru. Trzeba znać fizykę zjawisk dźwiękowych czyli akustykę, żeby zrozumieć jak kunsztownie zbudowane być muszą te przyrządy dodatkowe, które umożliwiają tylko przeniesienie się drgań dźwiękowych do ciałek czuciowych nerwu słuchowego, już nie mówimy o układzie samych nerwów. Musielibyśmy całą książkę napisać by uwydatnić doniosłość tysiąca wchodzących tu szczegółów. Musimy starać się bardzo ogólnikowo tylko kwestyję te przedstawić zaznaczając głównejsze anatomiczne składniki zmysłu słuchu. W mowie potocznej nazywamy uszami owe wydatne dwie konchy, dziwacznie dość powyginane, symetrycznie z obu stron głowy tuż przy otworze słuchowym znajdujące się; z pozoru też zdaje się że znaczenie tych konch dla wrażeń słuchowych jest bardzo doniosłem. Dzieje się wszakże wprost odwrot-

nie, bezwątpienia, tuby to jest rurki w jednym końcu szersze, o gładkich ściankach wewnątrz, przyczyniają się znacznie do wzmożenia siły drgań dźwiękowych i taką też rolę tub odgrywają konchy uszne u niektórych zwierząt np. u koni, tem łatwiej że są one poruszalne i w rozliczne kierunki ustawiać je zwierzę może. U człowieka wszakże nie grają one roli wzmacniających drgania dźwiękowe tub, ale co najwyżej, wpływają w pewnym stopniu na ocenianie kierunku skąd dźwięk dochodzi; już ze zbyt płaskiego ich kształtu i zbyt małego odchylenia można to wznosić ale najdowodniej wykazały to doświadczenia. Gdy bowiem konchy uszne lepkiem i gładkim kitem zaklejono i do kości czaszki przyklejono, nie wpływało to nic na zmniejszenie siły słuchu. Zresztą u niektórych zwierząt wielka długość uszu, oraz fakt że znaleziono wśród nich liczne szczególne zakończenia nerwowe dowodzą że rola konch usznych ma jakieś szczególne, nieznanne nam zadanie, a u człowieka do pewnego stopnia jest organem odziedziczonym, może z jakąś szczególną odmianą zanikłego zmysłu dotykowego. Wiadomą też jest rzeczą że barbarzyńska kara dawniejsza odcinania uszu, nie pozbawiała wcale ofiar jej uległych, dokładnego słuchu. Tak więc pomimo swej anatomicznej wydatności nie gra koncha uszna u człowieka ważniejszej roli w czynnościach zmysłu słuchu, można jej w każdym razie przypisać pewną rolę ochronną dla przewodu słuchowego, polegającą na niedopuszczaniu zbyt dużego nagromadzenia się w przewodzie słuchowym pyłu lub ciał obcych

niesionych wiatrem. Bardzo niebezpiecznymi wrogami przewodu słuchowego byłyby też owady, które chętnie by tam składały jajeczka swoje. Kanał nosowy jest kanałem przewiewnym, a nawet z siłą nie małą możemy przez odpowiednie chrząknięcie, wyrzucić z jamy nosowej powietrze, które porywa z sobą ciała płynne lub stałe w jamie nosowej obecne, zresztą wewnątrz jamy nosowej pokryte jest błoną bogatą bardzo w ciała dotykowe, łatwo więc odczuć może nienormalną, przypadkową zawartość — natomiast jama przewodu słuchowego i mniej jest czuła, ślepo zakończoną, nieruchomą, w tęgich ścianach kostnych umieszczoną, gdy więc raz się tam dostanie ciało obce np. owad, wydobycie go bez uszkodzenia ścianek przewodu jest prawie niemożliwem — być więc bardzo może że szeroki płat skóry, po którym musi krótką przechadzkę odbyć owad chcący się dostać do przewodu słuchowego, płat skóry opatrzony czułym zmysłem dotyku, zdradza zamiary napastnika, ostrzega nas i powoduje spędzenie owadu zanim do wnętrza przewodu się dostanie. Ruchliwość tego organu i nadmierna jego czułość u wielu zwierząt, nadaje mu bezwątpienia tę samą rolę ochronną. Przewód słuchowy zewnętrzny, zamknięty jest na wewnętrznej stronie rozpiętą błoną zwaną *błoną bębenkową*. Wiadomą jest rzeczą z akustyki że błona rozpięta na wylocie rury lub na obręczy, wprowadzona w drgania wydaje ton sobie właściwy, powtóre że w drgania ona przejdzie albo gdy ją bezpośrednio wstrząśniemy np. przez uderzenie, albo gdy w bliskości

jej jakikolwiek dźwięk wprawia w drganie powietrze, ale tylko dźwięk nastrojony na taki sam ton, jaki jest właściwy samodzielnym drganiom danej błony. Jeżeli np. przez uderzenie pałeczką danej błony rozpiętej ona wyda ton *c*, to jeżeli błona ta będzie w spokoju, mogą w jej bliskości dźwięczyć wszelkie tony, nie wyprowadzając jej ze spoczynku, jeżeli wszakże na jakimkolwiek instrumencie zabrzmie ton *c* to w tej chwili i błona ta przejdzie ze stanu spoczynku w drganie i właściwym sobie tonem *c* będzie współdźwięczyć tonowi *c* z zewnątrz niej brzmiącego. Widzimy przeto że błona rozpięta, przejść może w drganie tylko pod wpływem jednego dźwięku, i że przeto, własnym swoim tonem współdźwięczy. Fizyka jednakże potrafi tak zbudować błonę napiętą że 1) będzie ona przeprowadzana w stan drgania pod wpływem nie jednego tylko, ale każdego dźwięku 2) że będzie pozbawioną swojego tonu właściwego. Dochodzi do tego fizyka przez nadanie błonce kształtu wklęsłego, przez stosowne ją obciążenie we środku, przez wywołanie tym sposobem w jednej napiętej błonie wielu sfer o różnym napięciu każdą, więc na różne tony nastrojone części jednej błony, przez dodanie rozmaitych tłumików, które tłumią samodzielne drgania błony i t. d., słowem przez szereg nader skomplikowanych środków. Otóż zanim fizyka zdobyła się na poznanie wszystkich tych warunków akustycznych, prawa biologiczne rozwoju organizmów dawno już wytworzyły w świecie istot żyjących, błonę bębenkową wszystkim tym warunkom odpowiadającą. Musi

blona bębenkowa posiadać własność odpowiadania drganiem na wszystkie dźwięki, inaczej byśmy słyszeli jedynie dźwięk, jej własnemu dźwiękowi odpowiadający — musi ona posiadać tłumiki, wstrzymujące jej samodzielne drgania następeze — inaczej dźwięk powodowany przez jej własne drgania pokrywałyby dźwięki, którym ona tylko pośredniczy — a słuch nasz dostarczałby nam zawsze dźwięki w sposób taki jak kiedy w fortepianie naciśnięty jest pedał, to jest dźwięki po sobie następujące chaotycznie by się z sobą mieszały. Bliższego opisu anatomicznego budowy, błony bębenkowej, tutaj kreślić nie możemy, zaznaczymy tylko że przenosi ona drgania swoje do właściwego wnętrza ucha za pomocą delikatnych przyrządów bardzo kunsztownego kształtu, które prócz zadania przenoszenia drgań dźwiękowych grają też rolę odpowiednich ciężarków i tłumików dla błony bębenkowej. Wnętrze ucha, w którym mieszczą się czuciowe zakończenia nerwów słuchowych a które stanowi jamę, oryginalnego kształtu, o czem poniżej, jamę płynem wypełnioną, kostnemi, bardzo twardemi otoczoną ścianami, wewnątrz to ucha, posiada dwa okienka również błonami przeciągnięte, zwrócone ku błonie bębenkowej — tak że pomiędzy błoną bębenkową a okienkami ucha wewnętrznego istnieje przestrzeń pusta, zwana *jamą bębenkową*, w tej to przestrzeni znajdują się owe delikatne przyrządy łączące błonę bębenkową za pośrednictwem jednego z okienek z płynem wewnętrznego ucha. Znajdujemy tu trzy, fantastycznych kształtów kosteczki, które z po-

staci swojej przypominają *młoteczek*, *kowadełko* i *strzemionko*. Otóż młoteczek trzonkiem swoim wdraża w samą błonę bębenkową drgania jej udzielają się młoteczkowi, który główką wchodzącą w panewkę kowadełka, wprawia takowe w ruch wahadłowy, kowadełko za pomocą dłuższego wyrostka, łączy się ruchomo z główką strzemionka, którego stopa przylega do błonki rozpiętej w okienku jamy wewnętrznej ucha; ruchy wahadłowe kowadełka poruszają stopkę strzemionka naprzód lub wstecz i w ten sposób płyn znajdujący się we wnętrzu ucha doznaje uderzeń, liczbą i energią zależnych od drgań błony bębenkowej, zależących znowu od drgań dźwiękowych w powietrzu. Mechanizm kosteczek jest dźwigniowy i sprawia że drgania strzemionka są silniejsze aniżeli powodujące je drgania błony bębenkowej. Woda, jak wiadomo należy do ciał trudno ściśliwych, zamknięta tedy w tęgich ścianach ucha wewnętrznego, paraliżowałaby ruch stopy strzemionka, dla tego to ucho wewnętrzne posiada drugie okienko, przykryte podatną błonką, która to błonka mniej lub więcej ustępując naciskowi fali wodnej, pozwala swobodnie rozegrywać się ruchom strzemionka i wywoływać rytmiczne fale wody we wnętrzu ucha zamkniętej. W jamie bębenkowej t. j. przestrzeni zawartej pomiędzy błoną bębenkową a uchem wewnętrznym, oprócz wymienionych dopiero co kosteczek: młotka, kowadełka i strzemionka, znajdują się jeszcze mięśnie służące do udokładniania drgań bębena i do ochraniań od zbyt gwałtownych wstrząśnień, ale bliższy rozbiór

czynności tych mięśni jako dodatkowych części zmysłowego przyrządu o którym tu mówimy, musimy pominąć, wspomnieć tylko jeszcze wypada zanim przejdziemy do budowy i czynności ucha wewnętrznego iż jama bębenkowa łączy się za pomocą wąskiego kanaliku z jamą gardzielową; przeznaczeniem głównym tego kanaliku jest odprowadzanie możliwych wydzielin z jamy bębenkowej i odmienianie powietrza w niej zawartego, powietrze bowiem w jamie zewsząd zamkniętej uległoby wessaniu, a do utworzonej w ten sposób próżni przenikałyby soki ze krwi i tkanek. Bez takiego połączenia z powietrzem zewnętrznym (jama gardzielowa komunikuje z powietrzem zewnętrznym stale przez kanały nosowe a chwilowo przez jamę ustną) nie mogła by się w ciele utrzymać jama wypełniona powietrzem.

Przewod słuchowy od konchy usznej do błony bębenkowej nazywają też uchem zewnętrznym, jamę bębenkową w której się mieszczą dopiero co wspomniane drobne kosteczki i mięśnie, uchem średnim — jamę zaś w kości, wypełnioną płynem w której znajdują się ciała czuciowo-słuchowe — uchem wewnętrznym albo też labiryntem. Labiryntem, dla istotnie ciekawej budowy, wysoce skomplikowanej, której wyjaśnienie dały nam dopiero prace ostatnich lat dsiesiątek.

Ucho wewnętrzne czyli *labirynt* jest to jama dziwacznie ukształtowana, zbudowana ze ścian błoniastych umieszczonych wśród bardzo twardej tkanki kostnej. Jama ta składa się z trzech części: z części środko-

wej, która stanowi *przedsionek* do dwu części skrajnych, z których jedna składa się z trzech *półkolistych kanałów*, druga zaś przedstawia kanał zwinięty spiralnie w kształt *ślimaka*, wszystkie te oddzielne części komunikują z sobą i wypełnione są płynem wodnistym. Na Fig. 16 widzimy szematyczny rysunek labiryntu. Znaczenie kanałów półkolistych przedstawia jeszcze dużo wątpliwości w fizjologii i dla

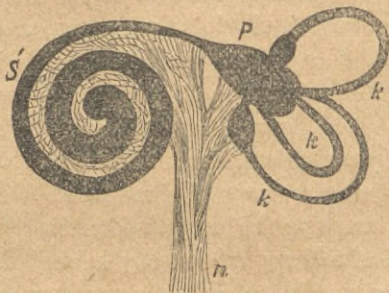


Fig. 16.

P przedsionek, k, k, k, kanały półkoliste, ś, ślimak, n, nerw słuchowy.

tego pominiemy je tu w zupełności; wszakże w beczkowato rozszerzonych początkach owych kanałików spotykamy twory podobne do tych jakie znajdują się na dnie przedsionka a mianowicie: obwodowe zakończenia czuciowe elementów słuchowych, opatrzone sterzącami do światła jamki włosowatemi zakończeniami. Spotykamy dalej w jamce tej, więc w płynie w niej zawartym, tak zwany piasek słuchowy, zło-

żony ze zlepionych kryształków wapiennych, które spoczywają ruchomo na włoskach zakończeń nerwowych. Fale dźwiękowe przez uderzenia strzemionka wywołane w płynie labiryntu, wprowadzają w ruch drgający owe drobniutkie kamyczki (otolity), które wstrząsają włoskami zakończeń nerwowych, prowadzą te ostatnie w drganie cząsteczkowe, które przechodząc do mózgu wywołują to co nazywamy świadomością dźwięku.

Powiedzieliśmy wyżej, że zjawisko dźwięku polega na ruchu drgającym falisto, w przestrzeń przez pośrednictwo powietrza, wody lub ciał stałych się rozchodzącym. Wszakże oprócz świadomości samego faktu iż dźwięk jakiś w przestrzeni się odbywa, oprócz świadomości różnicy pomiędzy tem co jest ciszą zupełną, a co nie jest ciszą, umiemy odróżnić szmery a mianowicie huk, szelesty, szumy od tonów dźwięcznych, np. głosu ludzkiego, lub narzędzi muzycznych, a pośród tonów nie tylko że jesteśmy w stanie odróżnić tony rozmaitej barwy i rozmaitej wysokości, ale ocenić jesteśmy w stanie ilość i jakość tonów jednocześnie dźwięczących, słowem dźwięk pomieszany zanalizować za pomocą słuchu na składowe jego części mniej lub więcej ściśle, stosownie do muzykalności naszego ucha. Czem to się dzieje? Jeżeli ciało jakiegokolwiek wprowadzone w ruch drgający odbywa ruch ten regularnie, to jest że w równych czasach, z równą prędkością, równe przestrzenie przebywają cząsteczki jego i w taki regularny ruch falisty wprowadza np. powietrze je otaczające, to wte-

dy taka forma drgań powietrza sprawia w uchu naszym wrażenie tonu, im więcej tych drgań w jednostce czasu np. w sekundzie ciało to odbywa, tem ton będzie wyższy, im wolniej ciało drga tem wydaje ton niższy, są tu wszakże pewne granice; zbyt powolne drgania nie są zdolne wywołać wrażenia tonu, jak również zbyt szybkie czyli innemi słowy jest pewna granica dla słyszalności tonów zarówno zbyt niskich jak i zbyt wysokich, po za temi granicami stają się to już szmery ale nie tony, nie mają one wartości muzycznej, nie jesteśmy też w stanie ocenić ich wysokości. Wiadomo chyba każdemu że w instrumentach naszych muzycznych odróżniamy siedem całych tonów, czyli siedem nut a mianowicie: C, D, E, F, G, A, H, które wypełniają oktawę. Różnica odrębnego brzmienia każdego z tych tonów polega na odrębnej szybkości drgań; następująca tabliczka przedstawia nam ilość drgań każdego tonu począwszy od najniższej bassowej oktawy naszych fortepianów, do 7-ej oktawy najwyższej, która zwykle już się kończy na tonie A.

Ton	C	D	E	F	G	A	H
drgań 33		37,125	41,25	44	49,5	55	61,875
„ 66		74,25	82,5	88	99	110	123,75
„ 132		148,5	165	176	198	220	247,5
„ 264		297	330	352	396	440	495
„ 528		594	660	704	792	880	990
„ 1056		1188	1320	1408	1584	1760	1980
„ 2111		2376	2640	2816	3168	3520	

Łatwo każdy zauważy że jeżeli pierwszy szereg drgań pomnożymy przez 2 otrzymujemy szereg drugi odpowiadający drugiej oktawie, drugi szereg drgań pomnożony także przez 2 daje szereg trzeci i t. d. aż do siódmego szeregu czyli do siódmej oktawy, która się kończy na nucie A. Widzimy zatem, że różnica szybkości drgań pomiędzy jedną nutą a następną nie jest zbyt wielka, jakkolwiek tak doskonale uchem naszym ocenić te różnice jesteśmy w stanie, widzimy także że w każdej oktawie stosunek pomiędzy różnymi nutami nie ulega zmianie, ale że tony w każdej następnej oktawie odbywają dwa razy więcej drgań w sekundę. Ilość wykonywanych drgań na sekundę przez dane ciało sprężyste, zależy od rozlicznych jego warunków fizycznych, więc od jego wielkości, masy, napięcia i [t. d. Jeżeli dwa ciała posiadają podobne warunki fizyczne to wprowadzone w drganie drgać będą z jednaką szybkością więc jednaki wydawać będą ton, powiadamy wtedy że dwa takie ciała nastrojone są na jeden ton. Już wspominaliśmy, mówiąc o własnościach błony bębnekowej, o prawie współbrzmienia czy współdźwięcznienia. Każdy prawdopodobnie zauważył iż nieraz się zdarza gdy gramy na fortepianie, profitka na lichtarzu lub szyba w oknie współbrzęczy nam uparcie, ale zawsze tylko przy pewnym uderzanym klawiszu. Ot dzieje się to dla tego, że szyba ta lub profitka metalowa, dzięki swojej osadzie, swej massie i swym rozmiarom, jest właśnie nastrojona na ton odpowiadający danemu klawiszowi fortepianu, i że ulega ogólne-

mu prawu: gdy struna lub błona rozpięta potrącona, wydaje właściwy sobie ton, to wtedy każda struna lub błona w bliskości się znajdująca, a na ten że sam ton nastrojona, będzie współdźwięczyć, potrącana przez rozchodzące się fale danemu tonowi właściwe. Tak tedy w świecie zewnętrznym cały świat tonów polega na regularnych rytmicznych drganiach, z różną szybkością w powietrzu się rozchodzących, jak tedy ucho nasze szybkość tych drgań pochwycić i ocenić jest w stanie, by różnicę i właściwości tonów przenieść do naszej świadomości? Natura wybrała drogę bardzo prostą stosując w tym razie prawo współbrzmienia jednako nastrojonych ciał.

W uchu wewnętrznym, a mianowicie w tej jego części która jest zwiniętą spiralnie w kształcie ślimaka, znajduje się cały szereg niby strun, z których każda na inny ton jest nastrojona i to nie tylko na całe tony ale na półtony, ćwierć tony i na jeszcze subtelniejsze podziały tonów. W tej naszej harfie słuchowej posiadamy odrębnie nastrojonych strun około 3000. Regestr tych strun szematycznie przedstawiony jest na Fig. 17; składa się on z laseczek odmiennej długości, na każdej z nich umieszczony jest rodzaj łuku, odmiennej na każdej laseczce szerokości i wysokości. Umocowane one są wszystkie na listewce kostnej, która przebiega wzdłuż całej rurki w ślimak zwiniętej, która jak już widzieliśmy wypełniona jest płynem wodnistym; cały więc ten regestr utworów akustycznych kąpie się w tym płynie; po nad tymi utworami, z górnego brzeга kostnej listew-



Fig. 17.

ki wychodzi daszek z twardej substancji, który się także ciągnie wzdłuż tego rejestru po nad nim; jakie jest jego przeznaczenie zaraz zobaczymy. Na Fig. 18 widzimy szematyczny rysunek jednego takiego utworu słuchowego. Widzimy że składa się on z łuku umieszczonego na laseczce wychodzącej z dolnego brzegu listewki kostnej; pomiędzy ramionami tego łuku przechodzi włókno nerwowe elementu czucio-słuchowego *n*, które zakończone jest ciałkiem obwodowym czuciowym, spoczywającym na zewnętrznym ramieniu łuku i umocowanym

w występie z górnej części łuku wystającym, ciało to czuciowe zakończone jest końcówkami włoskami, które sterczą tuż pod twardym daszkiem, wychodzą-



Fig. 18.

cym z górnego brzegu listewki, który to daszek na figurze widzimy w przecięciu *d*. Otóż gdy w świetle zewnętrznym jakkolwiek ton zabrzmi, drgania dźwię-

kowe z daną szybkością rozchodzące się, udzieliwszy się błonie bębnekowej, następnie przez pośrednictwo młoteczka, kowadelka i strzemionka płynowi w uchu wewnętrznym zawartemu, na zasadzie prawa współbrzmienia, wywołują drganie w tym tylko łuku i odpowiedniej laseczce, które dzięki swoim własnościom fizycznym, nastrojone są na dany ton, t. j. które są w stanie z taką samą szybkością drgać; wtedy to ciało słuchowe nerwowe, na tymże łuku znajdujące się, wraz z nim ulegając drganiu, uderzać będzie włoskami swojemi o daszek będący nad niem, i w ten sposób do ruchu cząsteczkowego zostanie pobudzonem, a ruch ten przez pośrednictwo włókna nerwowego przejdzie do jego zakończenia ośrodkowego, do komórki mózgowej i tam wywoła to co nazywamy świadomością danego tonu. Na Fig. 19 widzimy pionowe przecięcie ślimaka oraz środkową listewkę kostną, poziomą, na której ten registr stroików usznych się opiera; w osi tego spiralu nagromadzone są włókna nerwowe, które do stroików tych dochodzą z jednej strony, z drugiej zaś strony zakończone komórkami mózgowymi, jak wszystkie bez wyjątku elementy czuciowe; na figurze zaznaczony jest przebieg jednego takiego włókienka z komórką mózgową, jakich w zmysle słuchu jest tysiące.

Tony w świecie zewnętrznym występują zawsze jako tony złożone z tak zwanego tonu zasadniczego i towarzyszących mu tonów wtórnych. Te to wtórne tony stanowią *barwę* tonu. I tak np. wiadomo że możemy na fortepianie, na skrzypcach, zresztą głosem

naszym wydać ton na jedną i też samą nutę, w jednej i tejże oktawie, czyli pod względem wysokości zupełnie identyczny — a jednakże odróżniamy że jeden ton pochodzi z fortepianu, drugi ze skrzypiec,

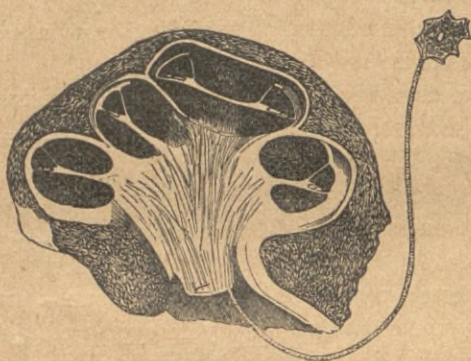


Fig. 19.

trzeci z krtani ludzkiej, czyli że każdy z trzech tonów jednakiej wysokości, odmienną posiada barwę dźwiękową. Otóż różnicę tę stanowią tony wtórne czyli dodatkowe, zwane także górnymi tonami a zależne od współdrżania oddzielnych części składowych samego ciała drgającego. Ciało bowiem wprowadzone w drżanie, struna np. lub języczek drga naprzód w całej swej długości, ale oprócz tego dzieli się ono na odrębne częściowe sfery, które drżają każda oddzielnie. Każda taka drżająca sfera dzieli się na drobniejsze jeszcze sfery, również samodzielnie drżające; całość drżająca daje ton zasadniczy, który panuje nad słabszymi znacznie drżaniami oddzielnych części. Tony

te dodatkowe są znacznie wyższe od tonu zasadniczego, gdyż zależne od mniejszych cząstek drgających są tem samem następstwem daleko szybszych drgań; (wiadomo bowiem że struna lub błona rozpięta tem szybczej drga im jest mniejszych rozmiarów i odwrotnie), modyfikują też nieco ton zasadniczy, ale harmonijnie się z nim zlewają. To dzielenie się całości drgającej na mniejsze sfery oddzielnie drgające, pochodzi od odbijania się fal drgających od końców przyczepu np. struny, z dwu stron zatem fale wracają, w miejscu w którym się spotkają, następuje wzajemne zniesienie się dwu fal, powodujące spoczynek tego miejsca. Taki punkt nieruchomy nazywa się punktem węzłowym. Pierwszy punkt węzłowy stanowi powód dalszych modyfikacyj w odbijaniu się fal, tworzeniu się nowych punktów węzłowych. Węzły zatem odgraniczają od siebie oddzielne drgające sfery. Ilość i jakość tonów górnych stanowi o charakterze dźwiękowym czyli o barwie tonu, a zależą one od budowy, osady, materiału i kształtu ciała drgającego i dla tego to dla każdego instrumentu muzycznego są innemi. Jeżeli zatem słyszymy raz ton *c* skrzypiec, drugi raz tejże oktawy ton *c* fortepianu, to nie znaczy że za jednym i drugim razem, w rejestrze akustycznym ucha naszego, drgał jeden i ten sam łuk słuchowy, nastrojony na *c* tejże oktawy i że za każdym razem naczaj został pobudzony. Nie. Przy brzmieniu *c* skrzypcowego, drga przedewszystkiem w uchu naszym łuk nastrojony na zasadniczy ton *c*, ale jednocześnie większa część tonów dodatkowych skrzypcowego *c*, pobu-

dza te łuki słuchowe w uchu naszym, które są nastrojone na wysokość tych dodatkowych tonów — to samo się dzieje przy brzmieniu *c* fortepianowego — a że struna skrzypiec i struna fortepianu inne posiadają tony wtórne, przeto w jednym i drugim przypadku drga w uchu naszym ten sam, zasadniczemu tonowi odpowiadający łuk słuchowy, ale odmiennie, odmiennym tonom wtórnym odpowiadające łuki słuchowe. Gdy tedy pozornie pojedynczy ton słyszymy, to i w tym przypadku w harfie usznej naszej nie drga jeden tylko łuk słuchowy, ale kilka współcześnie, mianowicie odpowiadający tonowi zasadniczemu i odpowiadające tonom wtórnym. Ta różnica grupp, drgających współcześnie w uchu łuków słuchowych, daje nam świadomość różnicy barw dźwiękowych. Słowem, w uchu naszym odbywa się współbrzmienie przyrządów nastrojonych na rozliczne tony, które z zewnątrz mogą tam przenikać. Registr analizującej tony mieści się w tej części labiryntu, który nazywamy ślimakiem; dziwaczność tego kształtu daje się objaśnić oszczędnością miejsca; zbyt rozciąglą musiała by być rurka mieszcząca w sobie owe 3000 stroików, skręcenie jej w spiralę podnoszący się stopniowo, pozwala na pomieszczenie jej w małej stosunkowo przestrzeni i pozostawia przystęp dogodny dla włókien nerwowych, które również w bardzo znacznej ilości z niej do mózgu wybiegają.

W tym bardzo bogatym registrze braknie wszakże przyrządów nastrojonych na zbyt niskie i zbyt wysokie tony. Nie ulega też wątpliwości, że tak

jak nie wszystkie ciecze bez smaku, są istotnie pozbawione tych własności które zdolne są wywołać wrażenia smakowe, tylko że nam brak odczynników na wyśledzenie tych własności, a które może kiedyś posiadaliśmy lub kiedyś posiadać będziemy w miarę tego czy zmysł smaku jest w okresie względnego zaniku lub rozwoju; tak samo jak nie wszystkie kwiaty nam bezwonnemi się wydające, są bezwonnemi w istocie — tak też i nie każda cisza, nie każde milczenie jest ciszą w istocie rzeczy. Mogą w powietrzu rozchodzić się drgające fale, ale albo tak wolne, albo tak szybkie że wrażenia słuchowe wywołać nie są w stanie, a byłyby w stanie to uczynić gdyby regestr naszych łuków słuchowych w ślimaku był nieco rozciąglejszym. Niektóre drgania choć regularne ale za wolne lub za szybkie, wcale istotnie do świadomości naszej słuchowej nie dochodzą, inne wszakże za wolne lub za szybkie, ażeby mogły wrażenie tonu wywołać, wywołują jednak jeszcze wrażenie słuchowe, które zaliczamy do kategorii *szmerów*. Szmary więc są to albo drgania regularne takiej prędkości, dla których nie istnieją w kanale ślimaka odpowiednio nastrojone łuki słuchowe, albo drgania nie regularne; szmary polegać też mogą na mieszaninie drgań nieregularnych z regularnemi czyli z tonami. Nieregularność polega na zmiennej szybkości drgań w kolejnych jednostkach czasu oraz na nieregularnie powtarzać się mogących zupełnych, różnego trwania, pauzach. Szmary możemy rozróżnić na *wibrujące*, tu należyć będzie grzechotanie, warczenie,

turkotanie i t. p., na *huczące*—tu należą stuki, huki, trzaski, do tej kategorii szmerów należą końcowe spółgłoski p, b, k, t i na *syczące* — tu należą szумы, syki, szelesty, do tej kategorii należy też szept mowy ludzkiej. Te trzy kategorie nie wyczerpują wszystkich postaci szmerów, jest tu mnóstwo form pośrednich i przejściowych. Wspomnieliśmy już wyżej o przedsionku i beczkowatych rozszerzeniach kanałów półkolistych (patrz Fig. 16 p, k, k, k) oraz o piasku który się w tych jamkach znajduje i nerwowych zakończeniach elementów czucio-słuchowych, zakończonych włoskami, które ulegają podrażnieniu przez drganie ziarenek piasku. Ta oto część wewnętrznego ucha ma za zadanie przeprowadzać do świadomości naszej zjawiska szmerów, podczas gdy harfa wewnątrz ślimakowa ma za zadanie przejmować ze światła zewnętrznego, zjawiska tonów.

Kończąc tedy uwagi nasze nad tym iście misternym przyrządem słuchowym naszym, który świadomość naszą wzbogaca całą dziedziną zjawisk dźwiękowych, tak odrębnych w swej naturze od innych zjawisk świata zewnętrznego, od zjawisk np. dotyku, smaku i powonienia, musimy zaznaczyć podobieństwo istoty zmysłu tego ze zmysłami innymi. Mamy przed sobą szereg niezliczonych elementów czuciowych, z których każdy ma część swoją ośrodkową w mózgu, część obwodową w aparacie zmysłowym oraz nitkę nerwową łączącą dwa te bieguny. Część obwodowa jest tu umieszczona w takich warunkach, że dzięki im staje się przystępną dla ruchu istniejącego w świecie zewnę-

trznym poh postacią rozchodzących się drgań materji sprężystej; ruch ten materji szczególny w swojej postaci, pobudza ruch cząsteczkowy w protoplazmie ciałek obwodowych, a stąd przez protoplazmę włókna nerwowego dochodzi do protoplazmy komórek ośrodkowych mózgu — ten szczególny ruch cząsteczek protoplazmy w mózgu naszym nazywamy świadomością wrażeń dźwiękowych. Pomimo wielkiej odrębności i swoistości wrażeń dźwiękowych możemy jednakże znaleźć istotne ich podobieństwo do wrażeń dotykowych. Każdy zapewne doświadczał że drganie szybkie jakiegokolwiek ciała ocenić jesteśmy także w stanie za pomocą dotyku skórniego, dotknięcie np. palcem struny dźwięczącej obudza w palcu swoiste uczucia, które będąc wrażeniem czysto dotykowem ma w sobie stanowczo coś z wrażenia słuchowego, jeszcze bardziej czujemy to w nerwach dotykowych zębów naszych, gdzie z powodu sprężystości środka, drgania te nie tracą na sile tak jak we względnie mało sprężystej skórze naszego ciała. Istota słuchowa i istota dotyku ma bezwątpienia wiele wspólnego, tak że można sobie wyobrazić, że gdybyśmy w jednym z elementów czuciowych dotyku skórniego, obwodowe jego ciało zaopatrzyli we włoskowate wydłużenia i pomieścili na łuku słuchowym w ślimaku usznym, ta sama komórka mózgowa która przedtem obdarzała świadomość naszą wrażeniami dotykowemi, zaczęła by teraz świadomość naszą obdarzać wrażeniami słuchowemi. Widzieliśmy że w granicach zmysłu smaku istnieją odrębne końcówki nerwowe dla odmiennych

smaków, w granicach zmysłu powonienia odrębne końcówki nerwowe dla różnych grupp woni, a i w niektórych częściach skóry naszej, są nieco odmienne ciała dotykowe, dające nam pewne odmienne wrażenia dotykowe, widzieliśmy przed chwilą że i w zmysle słuchu istnieją odrębne końcówki nerwowe dla szmerów, odrębne dla tonów, a co do tych ostatnich, to nawet ton każdy posiada właściwy dla siebie element czuciowy. Nie możemy, dla uniknięcia nadmiernego rozszerzenia ram pracy niniejszej, rozwijać tu jeszcze dalszych cech charakterystycznych tego wysoce ciekawego zmysłu, musimy tedy pominąć kwestyją zgody i niezgody tonów czyli harmonii i dyssonansu, kwestyją nadzwyczajnej czułości słuchu na czas, to jest możliwości oceniania słuchem pauz pomiędzy następującymi po sobie tonami, dochodzących za ledwie dziesiątych części sekundy, kwestyją lokalizacji dźwięków — czyli oceniania kierunku i odległości źródła danego dźwięku i zwrócić się musimy do innego szeregu zmysłów.

Cztery zmysły które dotąd przebiegliśmy a mianowicie dotyk, smak, powonienie i słuch, wymagały koniecznie bezpośredniego wpływu na nie jakiegokolwiek *ciała*. Ruch fizyczny ciał przy zmysle dotyku i słuchu — ruch chemiczny atomów ciał przy zmysle smaku i woni, przez bezpośrednie zetknięcie z ciałkami obwodowymi naszych elementów czuciowych, wytręcały w nich z równowagi cząsteczki protopla-

zmy i budziły ruch protoplazmy naszej nerwowej, który dosięgłszy do mózgu stanowił istotę danego świadomego wrażenia zmysłowego. Dla tego też możnaby tę grupę zmysłów nazwać *materyjalną*, bo dla obudzenia wrażenia potrzebną jest koniecznie obecność bezpośrednia *materyi* w zwykłym pojęciu tego wyrazu. Przejdziemy teraz do innej grupy zmysłów, na które bezpośrednio wpływają: *siły* i które dla tego nazwać by można grupą zmysłów *dynamicznych*. Wytłomaczmy się zaraz jaśniej.

Wszeczeńświat wypełniony jest materją; materja ta nagromadzona jest w oddzielne wielkie skupienia, i jako tak zwane ciała niebieskie, krąży w przestrzeni; materja ta składa się z atomów. Pomiędzy ciałami niebieskimi nie ma żadnych innych ciał, nie ma *materyi* w pospolitem znaczeniu tego wyrazu, ale władną pomiędzy nimi pewne siły, jak przyciąganie, światło, ciepło. Jakkolwiek pomiędzy ciałami niebieskimi nie ma materji w pospolitem znaczeniu tego wyrazu, to jednakże śród przestrzeni nieskończonej, pomiędzy ciałami niebieskimi niema też *absolutnej próżni*, owszem cała przestrzeń wypełniona jest tak zwanym *eterem*, a eter jest ostatecznie także *materyją*, ale nadzwyczaj subtelną, w granicach naszych środków nieważką, więc wielce różną od zwykłych postaci materji. Eter ten wypełnia przestrzeń nie tylko pomiędzy ciałami niebieskimi, ale przenika też pomiędzy atomy samych tych ciał niebieskich. Ziemia też nasza cała i wszystkie na niej znajdujące się ciała, przeniknięte są eterem. Cały świat nurza się

w eterze — eter tedy jest łącznikiem wszystkich chociażby najodleglejszych od siebie ciał, jest on nośnikiem władających w świecie sił. Ponieważ eter przenika przestwory międzyatomowe, zatem ruch atomów danego ciała, udziela się eterowi, same atomy te otaczającemu, ruch ten w dalszym ciągu udziela się najbliższym warstwom eteru, do ciała tego przylegającym, stąd przenosi się na warstwy coraz to dalsze, tak że ruch taki do nieskończoności niemal w przestrzeń może się przenosić. Ruch atomów ma miejsce przy każdym procesie chemicznym, każdy też proces chemiczny wywołuje ruch eteru. Oto przez potarcie zwykłej zapalniczki, wprowadzamy w ruch atomy zapalnej masy zapalniczki, przy którym atomy fosforu łączą się z atomami tlenu zawartego w powietrzu, ten energiczny ruch atomów, wstrząsa eterem pośród nich zawartym, ruch ten udzielając się dalszym warstwom eteru stanowi to co nazywamy zjawiskami światła i ciepła.

Ruch eteru pod postacią fal drgających, rozchodzi się coraz dalej w przestrzeń, tracąc stopniowo na energii. Tak więc ruch chemiczny czyli ruch atomów wywołuje zjawiska światła i ciepła. Na słońcu potężne procesy mechaniczne i chemiczne wstrząsają warstwy eteru otaczające to ciało niebieskie, a drgania tego eteru posuwając się coraz dalej w przestrzeń, stanowią to co nazywamy promieniowaniem ciepła i światła słonecznego. Otóż promienie tego ciepła i światła przybywające ze słońca na ziemię, powodują drganie eteru znajdującego się pomiędzy atomami

ciał na naszej ziemi, a ten ruch eteru międzyatomowego wprawia w ruch atomy, powoduje więc procesy chemiczne w ciałach ziemskich.

Zjawiska ciepła i światła mają pewne podobieństwo do zjawiska dźwięku. Tak jak struna drgająca wywołuje ruch falisty środka w którym się znajduje np. powietrza i fale te rozchodzą się w przestrzeń i stanowią to co w świadomości naszej nazywamy dźwiękiem, tak cząsteczki najmniejsze każdego ciała, drgające, inaczej mówiąc, energicznie się poruszające, wywołują ruch falisty eteru, a fale jego rozchodzą się w przestrzeń i stanowią istotę tego co my w naszej świadomości nazywamy ciepłem i światłem. Widzimy tu że różnica polega na kolosalnej różnicy subtelności tych zjawisk. W zjawisku dźwiękowym źródłem fal dźwiękowych jest drganie cząstek stosunkowo dość dużych danego ciała, jest to ruch zbyt gruby i zbyt wolny by mógł wstrząsnąć tak subtelne cząsteczki jak atomy eteru, dla tego to fale dźwiękowe mogą rozchodzić się tylko w materji grubej, jaką jest wszelka materja w porównaniu z tą jedną jej postacią którą nazywamy eterem. W zjawisku ciepła i światła natomiast źródłem fal cieplnych i świetlnych jest drganie najdrobniejszych cząsteczek danego ciała, nawet samych jego atomów, ruch ten jest tak subtelny i szybki, że jest w możności wywołać drganie tak subtelnych atomów eteru. Szybszy ruch eteru daje zjawiska światła, mniej szybki zjawiska ciepła. Ciało ciepłe lub świecące jest takie którego cząsteczki są w ruchu. Im szyb-

ciej poruszają się cząsteczki danego ciała w jednostce czasu tem ono jest cieplejszem, tem więcej z niego promieniuje ciepła, bo w tem szybszy ruch falisty wprowadzony został otaczający atomy ciała i całe ciało eter, jeżeli szybkość ta będzie jeszcze większą, stanie się ciało to świecącym, bo wprowadzając w jeszcze szybszy ruch eter je otaczający, wywołuje to czem są w istocie swojej promienie świetlne. Jeżeli na tafłę metalową nasypiemy piasku, a w pobliżu jej zabrzmi ton na jaki tafła ta jest nastrojona, to i tafła zacznie współdźwięczyć, a ziarka piasku w podskokach widocznych i przez układanie się w pewne figury ujawnią nam, że istotnie cząstki tej tafli odbywają pewien ruch; jeżeli wszakże tę samą tafłę metalową ogrzewać będziemy choćby do bardzo wysokiej ciepłoty, to ziarka piasku nasypane przedtem na tę tafłę ani drgną, pomimo że cząsteczki tej tafli, w miarę jej ogrzewania, ulegają nadzwyczaj energicznemu i szybkiemu ruchowi poruszające się bowiem w tym czasie cząsteczki są tak nieskończenie małe, a przestrzeń którą one we wszystkich kierunkach przebiegają jest również tak nieskończenie małą, że pomimo nadzwyczajnej energii i szybkości ich ruchu one prawie nie zmieniają swojego miejsca względnie do całej masy tafli i dla tego też w ruch nie wprowadzają ziarenek piasku, natomiast w ruch wprowadzają cząsteczki każdego ziarnka piasku skutkiem czego piasek się ogrzewa. Widzieliśmy że od szybkości fal dźwiękowych, to jest od ilości drgań jakiegokolwiek ciała sprężystego w jednostce czasu, zależy wysokość

danego tonu, że więc jakościowa różnica tonów jest właściwie tylko ilościowo różnym powtórzeniem jednego i tego samego elementu dźwiękowego to jest pojedynczej fali dźwiękowej. Najniższa nuta wyśpiewana przez basso profundo i najwyższe *cis* tenora — to nie są dwa różne w swej istocie zjawiska w świecie dźwięków, ale są to dwa zupełnie jednakie, identyczne zjawiska, tylko w jednym i drugim razie zmienną ilość razy w jednostce czasu powtórzone. Tylko przez niedoskonałość i szczególne urządzenie naszego zmysłu słuchowego ulegamy złudzeniu i nadajemy różną cechę jakościową, zjawiskom które się tylko ilościowo od siebie różnią. Powiadamy że jest to pewnego rodzaju niedoskonałość; weźmy bowiem dziecko i pokażmy mu kłos pszeniczny, a potem snop pszeniczny, a wreszcie pokażmy mu łąn pszeniczny, najpewniej trzy te obrazy weźmie ono za jakościowo zupełnie różne, nie domyślając się zasadniczej różnicy ilościowej tylko, trzech tych obrazów, dziecko objaśnione, pojmie zasadniczą jedność trzech tych obrazów — my wszakże po za niedoskonałość naszych zmysłów wyrwać się nie możemy, my jesteśmy pod niewzruszonym panowaniem naszych własnych zmysłów — siłą rozumu możemy tylko dojść do częściowego zrozumienia prawdy leżącej na dnie naszych wrażeń zmysłowych, ale rozkazującymi dla nas są formy świadomości naszej, wytworzone przez naturę naszych zmysłów. I pod tym względem istnieje podobieństwo pomiędzy zjawiskami dźwiękowymi a zjawiskami ciepła i światła. Ciepło i światło jakkol-

wiek w świadomości naszej tak wysoce różnią się od siebie jakościowo, są to zjawiska w istocie swojej identyczne. Ciepło i światło w dziedzinie fal eteru, możnaby porównać z tonami niskimi i wysokimi w dziedzinie fal dźwiękowych w zbyt niskich dźwiękach nie jesteśmy w stanie odróżnić tonów, należą one do dziedziny szmerów — całą tedy skalę ruchów eteru, która się zawiera w zjawisku ciepła, porównać możemy do szmerów stojących poniżej rejestru tonów, całą zaś skalę ruchów eteru, która się zawiera w zjawiskach światła, porównać możemy z rejestrem tonów a tem czem w dźwiękach są tony, tem są w zjawiskach światła *barwy*, całą znowu skalę ruchów eteru która się zawiera powyżej najwyższej barwy, a która jest niedostępną dla naszych zmysłów, porównać możemy również z ową niedostępną już dla słuchu zbyt wysoką skalą dźwięków. Widzieliśmy że trzeba około 30 drgań na sekundę dla ocenięcia najniższego tonu, a tony zbliżające się do 5000 drgań na sekundę są już u kresu słyszalności najwyższych tonów. Szybkość drgań eteru ani porównać się da z żółwią prędkością drgań dźwiękowych, gdy te ostatnie liczą się na dziesiątki, setki i tysiące, tamte liczą się na biliony. I tak szybkość drgań eteru leżąca poniżej 450 bilionów drgań na sekundę leży w granicach zjawisk cieplikowych szybkość zawarta pomiędzy 450 bilionami, a 790 bilionami, leży w granicach zjawisk świetlnych, szybkość zaś przenosząca 790 bilionów drgań na sekundę leży po za granicami wrażliwości naszej zmysłowej. Tony wrażeń świetlnych czyli barwy za-

leżne są od następujących ilości drgań eteru na sekundę:

Ilość drgań eteru na sekundę:	daje barwę
do 450 bilijonów	— ciepło bez barwy.
450 „	czerwoną
472 „	pomarańczową
526 „	czerwono-żółtą
589 „	żółtą
640 „	zieloną
722 „	niebieską
790 „	fioletową.
powyżej 790 „	nie daje barwy.

W zmyśle słuchu widzieliśmy że dla słyszenia szmerów istnieje odmienne urządzenie w labiryncie, a mianowicie przedsionek labiryntu i beczkowate rozszerzenia kanałów półkolistych z tak zwanym piaskiem słuchowym, dla słyszenia zaś tonów, odmienne istnieje urządzenie mianowicie w ślimaku, z rejestrem łuków słuchowych; odmienne końcowe elementy nerwowe przyjmują wrażenia szmerów, odmienne — wrażenia tonów, jakkolwiek element zasadniczy zjawiska dźwiękowego jest jeden i ten sam dla szmeru i tonu. Co do samych tonów to i tu dla różnych ilościowo postaci dźwiękowych istnieją oddzielne czuciowe elementy nerwowe.

W dziedzinie drgań falowych eteru spostrzegamy analogiczne urządzenie — jakkolwiek ciepło i światło są to zjawiska tylko ilościowo od siebie różne, jednakże zupełnie odmienne posiadamy urządzenia zmysłowe

dla doprowadzania zjawisk ciepła lub światła do naszej świadomości. Co więcej, odnośnie do słuchu, to przynajmniej przyrząd dla tonów i przyrząd dla szmerów znajdują się niejako w jednej komórce a wspólnie mają: przewód słuchowy, bębenek i t. d.; światło i ciepło natomiast, zupełnie odmienne posiadają przyrządy zmysłowe, tak że nie tylko z różnicy jakościowej tak wybitnej, świadomości światła i ciepła, ale i z budowy i rozmieszczenia obu zmysłów naszych dla dwu tych kategorii zjawisk, niepodobna by się domyśleć, zasadniczego podobieństwa dwu tych sił.

Zmysł dotyku i smaku dostarcza nam pojęć o ciążach i zjawiskach zewnętrznych o ile one bezpośrednio stykają się z powierzchnią naszego ciała, zmysł powonienia już z pewnej odległości pozwala nam sądzić o zjawiskach świata zewnętrznego, jeszcze bardziej w tym względzie służy nam zmysł słuchu—dwa te ostatnie zmysły przyczyniały się niewątpliwie w wielkim akcie rozwoju gatunków do rozwijania się w ustrojach zwierząt, narządów ruchu. Gdybyśmy tylko powyższe posiadali zmysły, wieczna by nas otaczała ciemność; my wszakże posiadamy świadomość światła i stąd zjawisk bardzo, bardzo od nas odległych... szczytów gór niebotycznych dla stopy naszej nigdy niedostępnych, obłoków zmiennych i nikłych w przestrzeni, siedmiobarwnej tęczy cudnie na ich tle rysującej się, księżycy srebrzystego, złotego słońca, gwiazd brylantowych, do których żadne skrzydła wznieść nas nie mogą. Cudowny zmysł, który pojęcia nasze wzbogaca tym olbrzymim szeregiem wrażeń światła więc jasno-

ści, barw i cieniów, który nasze „ja” łączy niemal z nieskończonością, boć mgławice gwiazd na niebie oku naszemu przystępne, to miliony mil odległe od nas ciała — cudowny ten zmysł to zmysł wzroku. Czy mamy bliższe pojęcie o istocie tego wspaniałego i dobroczynnego zmysłu? Za chwilę się przekonamy że znamy istotę otrzymywania wrażeń świetlnych i że istota zmysłu wzroku zupełnie jest podobną do istoty poprzednio przez nas wymienionych zmysłów.

Widzieliśmy że istota światła to ruch falisty eteru rozchodzący się we wszystkich kierunkach od ciała świecącego, atomy ciała świecącego mogą pozostawać w zupełnym spokoju, wtedy ciało to nie może być istotnem źródłem światła, ale może ono odbijać tylko fale eteru skądinąd na niego padające, tak jak mileżące góry, odbijać mogą powtarzanym echem fale dźwiękowe, które z jakiegokolwiek bądź źródła powstałe o nie się odbiły; ciało które jest rzeczywiście źródłem światła musi podlegać nader energicznemu ruchowi składających je atomów które jak to już powiedzieliśmy wstrząsają otaczającą ich atmosferę eteryczną. Ogniska nasze, wszelkie zresztą płomienie, ciała z fosforescencyją, elektryczne prądy w pewnych warunkach, dalej ciała niebieskie mianowicie słońce, gwiazdy stałe, komety, meteory oto są istotne źródła światła. Zwierciadła, metale błyszczące, ogień brylantów, światło księżycy i gwiazd ruchomych czyli planet to są ciała świecące światłem odbitem. Samo światło odnośnie do natury swojej zachowuje się jednakowo czy wychodzi bezpośrednio z swego źródła czy

jest odbitem, jeżeli ono jest tylko dostatecznie silnem, może ono wywołać to od czego samo wzięło początek, to jest: może spowodować ruch atomów czyli processy chemiczne w ciałach na które pada. Tę własność światła wywoływania processów chemicznych wyzyskano jak wiadomo w sztuce fotografii. Tutaj to materyja pokrywająca tafłę czyli kliszę ulega pod wpływem światła odbijanego przez dany przedmiot rozkładowi chemicznemu, i to tem silniej tam, gdzie zarysy danego przedmiotu bardziej były jasnymi, czyli które więcej odrzucały światła. Przy tym rozkładzie chemicznym, materyja powlekająca kliszę zmienia w miejscach gdzie na nią światło podziało swoje własności, a między innymi swoją barwę i już nadal na światło przestaje być wrażliwą. Jeżeli my następnie przez nowe działanie chemiczne, pierwotną materyję pokrywającą kliszę, która była w cieniu, uczynimy już nadal na światło niewrażliwą, bez zmienienia jej barwy, otrzymamy w ten sposób na zawsze utrwalony na kliszy obraz tego przedmiotu, który na nią działał swojemi promieniami świetlnymi. Światło wywołuje, rozumie się, processy chemiczne w tych tylko ciałach, w których związki atomów są dosyć luźne i nie trwałe, i łatwo ruchowi chemicznemu podlegające. Gdybyśmy oczu nie posiadali, to moglibyśmy naturalnie całem ciałem naszym kapać się w najjaskrawszych promieniach światła i do świadomości naszej żadne by nie doszło wrażenie świetlne, a to dla bardzo prostych przyczyn. Naprzód ciała końcowe dotykowe elementów czuciowych rozproszonych

w skórze, pokryte są kilku warstwami nieprzezroczystych nabłoneków, promienie światła zatem dojsć do nich nie mogą. Powtóre gdybyśmy przypuścili że cała skóra nasza pokryta jest nabłonkami przezroczystymi, to i wtedy jeszcze nasze ciała dotykowe nie ulegałyby najzupełniej jakimukolwiek wpływowi promieni świetlnych, w przestrzeni bowiem promienie świetlne są w rozproszeniu, działanie ich zatem chemiczne jest niezmiernie słabem; aby wywołać wpływ promieni świetlnych na protoplazmę, trzeba działanie światła stosownie wzmocnić, przez skupienie na jedno miejsce bardzo wielu promieni; nawet takie wzmocnione działanie promieni świetlnych pozostało by bez wpływu na protoplazmę ciałek obwodowych elementów czuciowych, jeżeli by z drugiej strony protoplazma tych ciałek, nie uległa stosownemu wyróżnieniu, to jest jeżeli by na tyle nie zmieniła budowy swojej, by ona ze swojej strony daleko była skłonniejszą do przemian chemicznych, tak jak np. wyróżniły się ciała smakowe i woniowe w stosunku do ciałek dotykowych. Otóż wszystkie warunki wymagane do wywołania możliwości wpływu promieni świetlnych na chemizm protoplazmy, najcudowniejszą są zebrane w prawdziwie mądrym aparacie naszego oka. Że promienie światła mogą wywierać wpływ chemiczny na protoplazmę żywą, to widzimy wielokrotnie u roślin i niższych zwierząt. I tak np. u roślin widzimy że szybciej rosną od strony operujących promieni słonecznych aniżeli od strony cienia z powodu energiczniejszych processów chemicznych w komórkach wystawio-

nych na wpływ światła i wyciągają skutkiem tego ramiona swoje ku słońcu; wiemy że dla chemizmu normalnego roślin nie wystarcza ciepło ale koniecznym jest i światło.

Wszystkie warunki, konieczne do wywołania w protoplazmie ruchu cząsteczkowego pod wpływem promieni świetlnych są urzeczywistnione jak rzekliśmy w budowie naszych oczu. Więc przedewszystkiem obwodowe zakończenia elementów czuciowych nie tylko że nie są pokryte nieprzezroczystym nabłonkiem ani cienką przeświecającą błoną śluzową — jak inne obwodowe ciała zmysłowe, ale pokryte są zupełnie przezroczystymi ciałami, które najdokładniej przepuszczają promienie światła. Sama wszakże przezroczystość pokryw tu jeszcze nie wystarcza. Istotnie, istnieją u stroje na niskim bardzo stopniu rozwoju pozostające u których ciało przezroczyste pokrywa ciała czuciowe wzrokowe w tym razie promienie świetlne dochodzą wprawdzie do protoplazmy ciałek czuciowo-wzrokowych — ale tylko promienie światła rozproszone tak jak one występują w naturze, mogą więc one bardzo słabo tylko podrażnić protoplazmę elementów wzrokowych, a zwierzęta te posiadać mogą co najwyżej wrażenie głębokiej ciemności i słabego co najwięcej zmroku, może z pewnym stopniowaniem poczucia jasności. Ażeby wyzyskać małą stosunkowo wrażliwość protoplazmy na subtelny ruch eteru świetlnego, trzeba spotęgować działanie światła, a mianowicie trzeba wiele promieni rozproszonych skupić na małej przestrzeni. Każdy z czytelników miał zapewne kie-

dykolwiek w ręce swojej okrągłe szkiełko z dwiema wypukłemi powierzchniami, i zauważył zapewne że zwracając szkiełko to, które w fizyce nazywa się soczewką, powierzchnią jego do słońca lub jakiegokolwiek światła, otrzymujemy na dłoni naszej, lub na jakiegokolwiek powierzchni nad którą soczewkę tę trzymamy, małe pole mocno świecące, w którym to właśnie skupionemi, zogniskowanemi zostały te wszystkie promienie świetlne, które rozproszone padły na powierzchnią soczewki. Ponieważ soczewka załamuje i skupia promienie świetlne i cieplikowe, przeto jasne to pole na dłoni naszej, gdy dość jest silne sprawia nam uczucie wysokiego ciepła i niejednen zapewne z szanownych czytelników zapalał kiedyś papierosa trzymając koniec jego w ognisku soczewki zwróconej do gorejącego jasnego słońca letniego. Na zasadzie tedy praw fizycznych, w których rozbiór bliższy, w tem miejscu wchodzić nie możemy, promienie świetlne rozproszone, przechodząc przez soczewkę zmieniają swój kierunek czyli łamią się i skupiają w jednym punkcie tak zwanem ogniskn. Na załączonej figurze 20 widzimy soczewkę przezroczystą S, S , a z punktu świecącego a rozpraszające się promienie świetlne; te oto z promieni które w biegu swym napotykają powierzchnią soczewki, zamiast biedz w liniach prostych dalej w coraz to większem rozproszeniu, kierunek swój zmieniają w ten sposób, że schodzą się wszystkie w ognisku a' . Otóż my w oku naszym posiadamy taką z ciała przezroczystego zbudowaną soczewkę, która zbiera wpadające w oko nasze

rozproszone promienie od wszelkich przedmiotów rozciągających lub odbijających światło, łączy je w ognisku a w ognisku tem pomieszczone są właśnie obwodowe zakończenia elementów czuciowych wzrokowych. Wi-

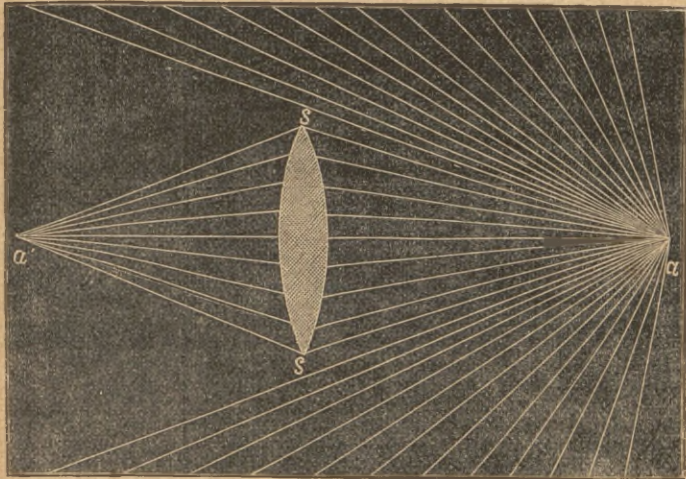


Fig. 20.

dzimy tedy że zasadniczym warunkiem wpływu promieni świetlnych na protoplazmę elementów nerwowych wzroku jest to aby ciała czuciowo-wzrokowe znajdowały się w ognisku soczewki ocznej. Czy to jest łatwo osiągnąć? zdawałoby się z pozoru że istotnie łatwo. Przeciwnie, jest to najtrudniejsze zadanie które wszakże wyśmienicie jest w budowie naszego oka rozwiązane; zaraz wykażemy przyczynę tej tru-

dności i środki zaradcze. Odległość ogniska od soczewki nazywamy odległością ogniskową. Otóż ta odległość ogniskowa zmienia się w miarę odległości punktu świecącego od soczewki i tak (fig. 21) im ciało świecące a jest bardziej oddalonym od soczewki, tem ognisko jego o jest bliższe soczewki, im ciało to bardziej się przybliży do soczewki tem ognisko bardziej się oddala, tak że gdy będzie w a' , ognisko jego odsunie się do o' . Cóż stąd wynika? Ponieważ

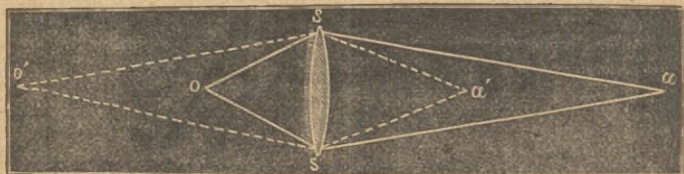


Fig. 21.

w przestrzeni nas otaczającej znajdują się przedmioty świecące w bardzo różnych odległościach od nas więc i od soczewki naszego oka, przeto każdy przedmiot ma ognisko swoje w oku naszym po za soczewką w innym miejscu — nie można zatem znaleźć stałego ogniska dla wszystkich przedmiotów bliższych i dalszych, niewiadomo zatem w którym miejscu po za soczewką ozną umieszczone być powinny ciała obwodowe czuciowe elementów wzrokowych. W tem oto jest ta wielka trudność. Jak ją rozwiązuje natura? Soczewki mogą być mniej i więcej wypukłe, pierwsze słabiej, drugie mocniej łamią promienie świa-

tła — za pomocą tedy rozmaitych soczewek, możemy otrzymać równe odległości ogniskowe dla nierówno oddalonych przedmiotów. I tak (Fig. 22) przy soczewce S dla przedmiotu a ognisko będzie w o dla bliższego przedmiotu a' ognisko będzie w o' jeżeli dla bliskiego przedmiotu zmienimy soczewkę S na bardziej wypukłą S' więc mocniej łamiącą — to wtedy i dla ciała a' odległość ogniska o' będzie taka sama jak dla ciała a przy soczewce S . Z tego wypada że przez zmienianie wypukłości soczewek możemy dla

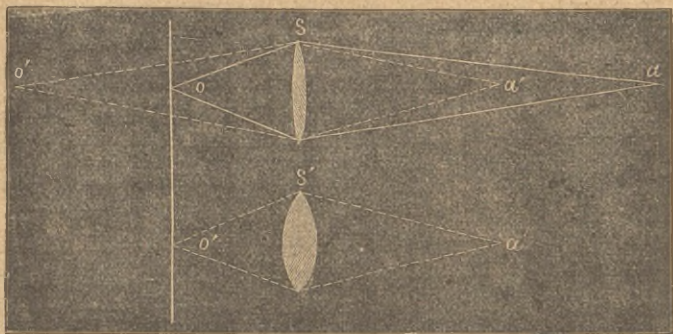


Fig. 22.

wszystkich przedmiotów, bez względu na to w jakiej one odległości się znajdują, otrzymywać jednakowe odległości ogniskowe. Ażeby więc obrazy i bliższych i dalszych przedmiotów padały na stale w jednym miejscu umieszczone ciała obwodowe elementów czucio-wzrokowych, trzeba by w oku naszym dla każdej

odległości osobną wstawić soczewkę, a prościej, soczewkę jedną zmieniać wciąż na mniej lub więcej wypukłą. Tak się też dzieje istotnie. Soczewka, która się mieści w naszym oku tak jest zbudowaną, że w każdej chwili zmieniać może swoją wypukłość — gdy patrzymy na przedmioty odległe, staje się ona płaską, gdy patrzymy na przedmioty bliskie, staje się wypukłą. Ta własność oka nazywa się *akkomodacją*, przystosowywaniem się a polega ona na bardzo prostym a dowcipnym razem mechanizmie. Soczewka oczna składa się z materiału przezroczystego i razem elastycznego; gdy soczewka jest zupełnie swobodną jest ona bardzo wypukłą; w oku mieści się ona wszakże pomiędzy dwoma listkami przezroczystymi woreczka ciasnego, którego ścianki czyli listki ją obejmujące są mocno napięte, skutkiem czego soczewka znajduje się w bezustannem ucisku na obie swoje powierzchnie i musi być spłaszczoną, fig. 23 *S*; do przedłużeń woreczka tego przyczepiają się włókna mięsne *m m*, które z drugiej strony przyczepiają się do błony twardej *b t*. Widzimy przeto że w stanie normalnym, soczewka oczna uciskana przez napięte ścianki woreczka, musi być *płaską*, jeżeli wszakże włókienka mięsne *m m* ulegną skurczeniu, jak w *m' m'*, cóż się dzieje wtedy? włókienka wyciągając górną część przedłużeń woreczka rozluźniają bardzo znacznie woreczek zamykający soczewkę, skutkiem czego nie są więcej w stanie uciskać soczewkę, a ta dzięki swojej sprężystości dążąc do powrócenia do normalnej swej postaci, staje się soczewką *wypukłą*. Albo więc napięcie ścianek

woreczka przeważa, a wtedy soczewka oczna się płaszczy, albo elastyczność soczewki przeważa i wtedy soczewka się wypukla — zależy to wszystko od spokoju lub stopnia skurczu mięśnia przyczepiającego się do woreczka soczewki t. j. mięśnia akkomodacyjnego.

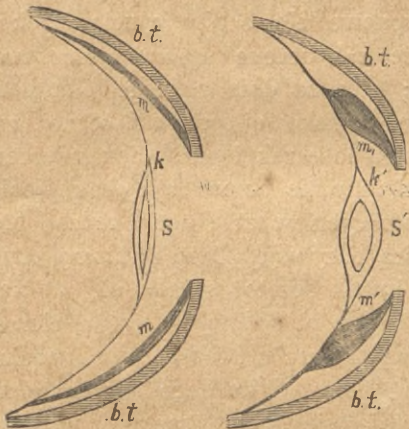


Fig. 23.

Mamy tedy w oku pokrywy *przezroczyste*, mamy soczewkę *skupiającą* promienie światłne, podnoszącą więc energiją działania ich na ruch cząsteczkowy, mamy wreszcie soczewkę tak urządzoną, że jest ona w stanie skupiać promienie światłne na jednej stałej powierzchni bez względu na to czy promienie te przychodzą do oka od przedmiotów w nieskończonej nie-

mal odległości od nas znajdujące się, czy też od przedmiotów bardzo nam bliskich. Musimy się teraz zastanowić za pomocą jakiego mechanizmu, ruch falowy eteru, który stanowi istotę zjawisk świetlnych, zamienia się na ruch cząsteczkowy protoplazmy naszych elementów czucio-wzrokowych? Widzieliśmy już na fig. 7 str. 31 jak charakterystycznymi są zakończenia obwodowe elementów czucio-wzrokowych, widzieliśmy że zakończone są one laseczkami albo piramidkami; otóż na dnie naszego oka a mianowicie w odległości ogniskowej soczewki ocznej, znajdują się tysiące takich laseczek i piramidek naprzemian (liczba laseczek znacznie przeważa) obok siebie ustawionych i tworzących w ten sposób rodzaj błony rozpostartej, którą nazywają *błoną siatkową* czyli *siatkówką*. Siatkówka przeto składa się z nagromadzonych obok siebie obwodowych ciałek elementów czucio-wzrokowych oraz z początkowych odcinków nitek nerwowych, które od każdego takiego ciała odchodzić, skupiają się potem razem i wspólną pochwą pokryte, tworzą tak zwany nerw wzrokowy, idący do mózgu gdzie znowu każda nitka kończy się komórką ośrodkową. W błonie siatkowej ważnymi są dla nas dwie rzeczy, naprzód pewna substancja koloru purpurowego która całą siatkówkę przenika, tak zwana purpura wzrokowa, powtóre pewne komórki protoplazmatyczne, czarnym barwnikiem wypełnione, które przytykają do wierzchołków laseczek, a nawet w znacznej części je sobą obejmują. Komórki te nazwane tu nabłonkami składają się z protopla-

zmy obdarzonej wielką kurczliwością, w miarę tedy swojego skureczu lub rozkureczu, obejmują ciałem swoim większą lub mniejszą część laseczki ciała wzrokowego. Powiedzieliśmy już że ruch atomów w processach chemicznych jest w stanie wywołać ruch eteru świetlny i na odwrót że ruch atomów eteru, stanowiący istotę światła jest w stanie pobudzić do ruchu atomy ciał niektórych i wywołać w nich processy chemiczne. Przytaczaliśmy też jako przykład sztukę fotograficzną, gdzie rozlane na płytę ciało tkliwe na światło mianowicie jodek srebra ulega pod wpływem promieni świetlnych rozkładowi chemicznemu, przyczem zmienia pomiędzy innymi własnościami i swoją barwę. Otóż czem dla płyty stanowiącej dno kamery fotograficznej jest jodek srebra, tem dla płyty stanowiącej dno naszej kamery ocznej, jest owa wspomniana przed chwilą purpura wzrokowa. Fizyologowie wykonywali następujące doświadczenie: umieszcza się np. krowka w ciemnym zupełnie pokoju, do którego przez mały otworek wykrojony w okiennicy wpada wiązka światła, krowka się tak umieszcza by oko jego przez kilka chwil zwrócone było do wykrojonego w okiennicy otworu, któremu nadaje się raz kształt czworograniasty, innym razem znowu okrągły i t. p. Jeżeli teraz bezpośrednio po tem krowka się zabije, oko mu się wyjmie, to zobaczymy że na siatkówce której kolor purpurowy jest zachowany, znajduje się jedno miejsce w którym zamiast purpury znajduje się plamka biała kształtu czworograniastego jeżeli otwór w okiennicy był czworograniasty, okrąg-

głego jeżeli otwór był okrągły i t. d. Widzimy tedy, że purpurowa substancja w siatkówce w tem miejscu gdzie działały na nią skupione promienie światła, uległa przemianie chemicznej i zmieniła swoją barwę podobnie jak jodek srebra na płycie fotograficznej. Jeżeli oko królika przed wyjęciem go pozostawało w zupełnej ciemności, znajdziemy na całej powierzchni siatkówki niezmienioną substancją purpurową, jeżeli zaś oko królika zwrócone przed tem było w słońce lub w jakiegokolwiek mocno świecące ciało, po wyjęciu oka nie znajdziemy ani śladu purpury, cała ona znikła pod wpływem światła, już niema ściśle określonych plam białych na siatkówce, ale cała siatkówka stała się białą. Że znikanie purpury wzrokowej pod wpływem promieni świetlnych jest objawem czysto chemicznym, a nie polega na funkcjach życiowych np. wessaniu jej dowodzi to, że siatkówka wyjęta z oka, która stanowczo już straciła własności życiowe, co objawia się skrzepnięciem jej protoplazmy, że siatkówka ta odpowiednimi odczynnikami traktowana: ałunem, roztworem soli, może zachować przez długi czas substancją purpurową, która wystawiona na działanie światła w martwej siatkówce zarówno jak w żywej traci swoją barwę. Utrata barwy jest stopniową, z purpurowej przechodzi na różową z różowej na różowo-żółtą, dalej na żółtą, w końcu na białą. Otóż tę samą skalę barw przechodzi purpura wzrokowa pod wpływem światła, zarówno w martwej jak w żywej siatkówce, w żywej jednakże bardzo świeżej siatkówce przejście purpury w kolor biały

odbywa się bez tego stopniowania ale dość gwałtowne przez pośrednictwo tylko bladego lila koloru.

Pod wpływem tedy promieni świetlnych, wytwarza się w substancyi przenikającej, obwodowe zakończenia elementów czuciowych wzroku process chemiczny czyli ruch atomów który znowu wywołuje ruch cząsteczkowy w protoplazmie tych elementów. Zdaje się, że purpura wzrokowa jest ciałem obojętnem dla zakończeń nerwowych, ale przy rozkładzie chemicznym pod wpływem światła wytwarza ona produkty, które nie są dla protoplazmy ciałek wzrokowych obojętne, ale wchodzą z nią również w process chemiczny, jak to się dzieje w zmyśle smaku lub powonienia. Nie każdy kolor ma jednakie własności pobudzania ruchów chemicznych dla danego ciała, wiemy że kolor światła zależy od różnicy w szybkości drgań eteru, jest też bardzo prawdopodobnem że purpura wzrokowa nie jest jednako tkliwą na różnobarwne promienie świetlne, ale też wielce jest prawdopodobnem że w siatkówce obok substancyi którą nazwaliśmy purpurą wzrokową, istnieją inne jeszcze substancyje odznaczające się szczególną tkliwością na działanie chemiczne promieni świetlnych danego koloru, i że w ten sposób rozmaite barwy w świetle zewnętrznym, jednako skutecznie podrażnić mogą nasze elementy czuciowo-wzrokowe na dnie oka znajdujące się. Powiedzieliśmy że pod wpływem promieni świetlnych purpura wzrokowa ulega rozkładowi, ażeby więc oko nasze nie straciło własności widzenia, potrzeba aby purpura ta i inne substancyje do tej kategorii nale-

zące bezprzestannie się odnawiały. Otóż czynność odnawiania, dostarczania ciał wrażliwych na chemiczny wpływ promieni świetlnych spełniają utwory dodatkowe o których już wspominaliśmy. Elementy czuciowo-wzrokowe które zakończone są laseczkami i piramidkami wchodzą wszystkie do oka w jednym miejscu, gromadą skupioną w tak zwanym tarczy nerwu wzrokowego. Z tego miejsca rozbiegają się one promienisto na dnie oka i ustawiają się na szerokiej stosunkowo przestrzeni, na jednej płaszczyźnie obok siebie tworząc rodzaj błony. Wszystkie te laseczki i piramidki wszakże zwrócone są nie do przodu to jest nie do miejsca skąd promienie światła do oka wpadają, ale do tylnej powierzchni oka, stają one więc niejako tyłem do soczewki i do światła, ale ponieważ są najzupełniej przezroczyste, ponieważ i nitki nerwowe których one są zakończeniami są zupełnie przezroczyste, więc jakkolwiek laseczki i piramidki stojące bliżej punktu wejścia pokryte są przez nitki biegnące do laseczek i piramiddek dalej na zewnątrz umieszczonych, nitki te wszakże nie zasłaniają wcale dostępu promieni świetlnych do tych końcowych ciałek czucio-wzrokowych. Ciałka te tedy przodami swojemi zwrócone są do dna oka, a w szczególności do błony naczyniowej, w której krew krążąca jest w stanie dostarczać im materiału odżywczego. Ale odżywianie to odbywa się za pośrednictwem szczególnych wspomnianych przed chwilą utworów dodatkowych, a mianowicie: Pomiedzy przodami laseczek i piramiddek a błoną w której

są naczynia z krwią krążącą, znajduje się szereg komórek protoplazmatycznych, obdarzonych bardzo wielką ruchliwością, a zdolnych być pobudzonemi do ruchu przez wpływ promieni świetlnych. Każda z tych komórek jest daleko większą od grubości końcowej laseczki i służy niejako za podporę dla kilku laseczek, tak że te ostatnie wdrażają w miękką substancją tych komórek, ale wdrażają się bardzo płytko w chwili gdy komórki te pozostają w spokoju, a zatem w czasie ciemności. Gdy wszakże promienie świetlne wpadną przez soczewkę do oka i dosięgną do dna, wtedy komórki te odbywają energiczny ruch a mianowicie wysyłają długie wypustki, które się wciskają w przestrzenie pomiędzy pojedyncze laseczki i obejmując takowe w całości, dochodzą aż do ich podstawy t. j. do miejsca w którym one się łączą z protoplazmą nitek swoich. Te oto komórki, charakterystyczne tem że posiadają ciemny barwnik, który ma także swoje optyczne znaczenie, ale co tutaj pominiemy, a nazywane komórkami nabłonkowemi, dostarczają laseczkom i piramidkom nowych zapasów purpury wzrokowej i w ogóle ciał jej podobnych, i prawdopodobnie pochłaniają produkty rozkładu chemicznego tychże ciał. One czerpią materyjał ze krwi krążącej w błonie naczyniowej, prawdopodobnie odpowiednio, dzięki swoim własnościom żywotnym, takowe przerabiają i laseczkom wzrokowym dostarczają. Można doświadczalnie się o tem przekonać, bo gdy siatkówkę świeżą, która pod wpływem światła bezpośrednio przed śmiercią zwierzęcia, purpurę wzro-

kową zupełnie utraciła zetknięmy z komórkami nabłonkowemi oka świeżo wyjętego, siatkówka odzyskuje swoją purpurę.

Może za bardzo rozszerzyliśmy się nad istotą wpływu światła na elementy czuciowe wzroku; już dawno fizjologia przypuszczała, iż wpływ światła na elementy nerwowe oka jest natury chemicznej, ale dopiero dzięki pracom ostatniego niemal lat dziesiątka, zdołano dowieść tego faktu, jakkolwiek w kwestyi tej wiele jeszcze jest szczegółów do opracowania. Zdobyte te są wielkiej doniosłości dla fizjologii ogólnej, a są chyba tak wysoce interesującemi, że wybaczą mi czytelnicy iż uwagę ich w tem miejscu zbyt długo może zatrzymałem. Wpływ dźwięku na elementy nerwowe słuchu, był jak widzieliśmy, natury mechanicznej. Mechanicznie możemy wywołać silne wstrząśnienie bardzo krótkotrwałe, bo również środkami mechanicznemi jesteśmy w stanie raz wywołany ruch natychmiast stłumić. Takie jest też urządzenie naszego wewnętrznego ucha, gdyby tak nie było, gdyby każdy najkrócej trwający dźwięk nie był w efekcie swoim na nasz element nerwowy natychmiast stłumionym, każdy słyszany dźwięk mięszal by się z następnym a słuch nasz nie byłby tak wrażliwym na czas jakim jest istotnie. W jednej sekundzie wiele oddzielnych dźwięków gdy szłyszemy, odróżnimy doskonale każdy z nich oddzielnie. Inaczej się dzieje z wrażeniami wzrokowemi, jeżeli prędkość zmiany obrazów przed oczyma naszymi pewne granice przejdzie, natenczas tracimy

świadomość oddzielnych obrazów a tworzy się przed nami chaos nie dający się rozwikłać. Pochodzi to stąd że na siatkówce naszej trwają jeszcze obrazy, które z przed oczu naszych już się usunęły, podczas gdy nowe obrazy rzeczywiste oddziałują na siatkówkę i wywołują tam obrazy mieszające się z obrazami dawniejszemi. Otóż to powolne stosunkowo znikanie obrazów na siatkówce naszej, dowodzi również chemicznej istoty wpływu światła na elementy czucio-wzrokowe; gdy pod wpływem zogniskowanych promieni świetlnych na siatkówce, purpura wzrokowa ulegnie rozkładowi chemicznemu i wytworzy produkty drażniące laseczki i piramidki elementów wzrokowych, to po ustaniu wpływu tych promieni, produkty raz wytworzone jeszcze siatkówkę drażnią dalej, pobudzają w jej elementach ruch cząsteczkowy, który do mózgu się przenosi i wywołuje wrażenia wzrokowe. Dopiero po wyczerpaniu się produktów przez chwilowe działanie światła wywołanych, ustaje drażnienie elementów siatkówki i znikają te obrazy następcze. Możliwy byłoby bardzo wiele przytoczyć dowodów doświadczalnych tego opóźniania się śladów pobudzeń minionych i pokrywania się ich nowymi obrazami. Wiadomo że światło białe jest mieszaniną siedmiu barw tęczy, że za pomocą szklanego pryzmatu, możemy rozszczepić promień białego światła na te siedm jego składników, stanowiących, położone obok siebie w takim rozszczepieniu, tak zwane widmo słoneczne. Otóż gdy siedm oddzielnych różnobarwnych pól przedstawiających siedm barw tęczy,

wielokrotnie szybko przesuwać będziemy przed naszymi oczami, wtedy przestaniemy rozróżniać oddzielną barwę każdego z pól, a widzieć je wszystkie będziemy w kolorze białym — dowodzi to że w krótkich bardzo jednostkach czasu zmieniające się po sobie obrazy zostawiły każde z nich trwalszy ślad w siatkówce — na siatkówce więc pokrywają się wzajemnie wszystkie oddzielne barwy tęczy, dają więc wrażenie złożone z nich czyli wrażenie białości. Nieodbrane kolory, to jest takie które pomieszane, nie tworzą nowego jednego koloru (za chwilę więcej o barwach powiemy) szybko przed oczami naszymi przesuujące się, zrodzą też chaotyczną, nieokreśloną barwę. Podobnie i kształty, linije i kontury szybko mijających obrazów, wytwarzają na siatkówce rysunek chaotyczny, jeżeli wszakże sztucznie całość danego obrazu rozdzielimy na osobne składające go części, i każdej tej części nadamy położenie takie jakie ona w obrazie całkowitym zajmowała, to wtedy szybko przesuwane przed oczyma naszymi oddzielne części obrazu złożą się w oku naszym na jeden pełny, niechaotyczny całkowity obraz. Jeszcze inaczej można się przekonać o względnie powolnem znikaniu wrażeń na siatkówce w taki sposób prosty: gdy wpatrywać się będziemy przez czas dłuższy w jakiś przedmiot jasny, a potem zamkniemy odrazu powieki, to w ciemności przedstawiać nam się będzie przez chwil kilka powoli słabnący obraz tego przedmiotu. Zresztą zabawka tak dzieciom znana, robienie mianowicie kół, linij kręconych w powietrzu, za pomocą szyb-

kiego ruchu żarzącego się węgla, polega na przetrwaniu siatkówkowych obrazów świecącego węgla, otrzymanych z miejsc na których węgiel przed chwilą był, ale które już w szybkim ruchu opuścił i na łączeniu obrazów punktowych w jednociągłe linije.

Zatrzymywałem się tedy przedewszystkiem nad samą istotą wrażenia wzrokowego, dla osiągnięcia wszakże zupełnie ścisłych i czystych obrazów przedmiotów, przedmiotów leżących w każdej niemal odległości przed nami i leżących we wszystkich trzech wymiarach przestrzeni, na to potrzeba całego szeregu odpowiednich, na prawach optyki fizycznej z jednej a na prawach fizjologicznych z drugiej strony opartych przyrządów dodatkowych i urządzeń. Wyczerpanie tego przedmiotu pociągnęło by za sobą wmieszczenie w pracy niniejszej rozdziału, któryby objętością swoją o wiele mógł przekroczyć całą niniejszą książkę, zresztą nie piszemy traktatu o zmysłach, a chodzi nam o danie szanownym czytelnikom pojęcia o istocie wrażen zmysłowych. Z tego względu nie będziemy się zastanawiali nad znaczeniem celowem wszystkich szczegółów budowy oka, ale w ogólnym zarysie przedstawimy jak w naturze ułożone są względem siebie i względem innych dodatkowych narzędzi, główne części składowe oka, a mianowicie: pokrywy przezroczyste, soczewka, siatkówka, nerw wzrokowy. Załączona Figura 24 przedstawia nam przecięcie podłużne, to jest przednio-tylne gałki ocznej. Naprzód zbytecznem jest dodawać że patrzymy dwoma oczami, które w jamach kostnych czaszki tak zwanych oczodołach, umieszczo-

ne są w ten sposób luźno że we wszystkich kierunkach dowolnie zwracać je możemy, i w ten sposób wystawiać siatkówki nasze na działanie promieni z różnych stron przestrzeni biegnących. Gałki oczne

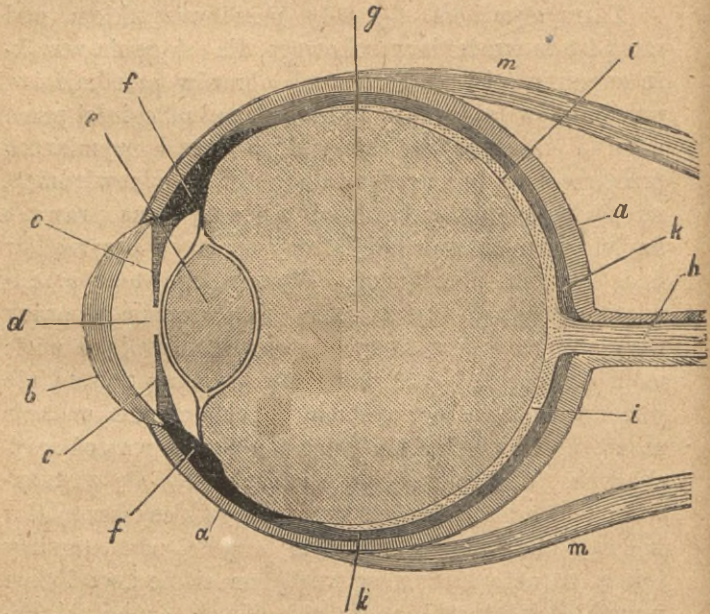


Fig. 24.

obracamy za pomocą tak zwanych mięśni prostych które z każdej strony gałki t. j. górnej, dolnej i dwu bocznych przyczepiają się z jednej strony a mianowicie od tyłu do kości oczodołu, od przodu zaś do gałki ocznej. Gdy mięśnie z lewej strony ga-

łek się kurczą, ponieważ przyczep ich kostny jest nieruchomy, a gałki są luźno osadzone, przeto muszą gałki się skręcać za kurczącym się mięśniem i w ten sposób zwrócić się muszą w stronę lewą i przyjmować promienie z tej strony przestrzeni idące, jeżeli mięśnie z prawej strony obu gałek się kurczą, gałki zwracają się na prawo. Ponieważ dwoma oczami patrzymy, muszą zawsze jednoimienne mięśnie się kurczyć, i tak się też dzieje istotnie — gdy ta wzajemna zgoda mięśni skutkiem przyczyn chorobowych ustaje, wytwarza się znany wszystkim tak zwany *zéz*. Sama gałka (Fig. 24) składa się tedy z twardej, kulistej, nieprzezroczystej błony zewnętrznej, zwanej *twardówką a*, która z przodu bardziej się wypukła staje się przezroczystą i przedstawia tak zwaną *rogówkę b*, po za rogowką widzimy *tęczówkę c*, jest to błona z włókienek mięsnych promieniście i kołisto ułożonych zbudowana, z okrągłym otworem w środku, tak zwaną *źrenicę d*, która stanowi okno przez które promienie świetlne do wnętrza gałki przebodzą. Tęczówka przez szczególny układ swoich włókienek mięsnych może rozszerzać lub zwężać okienko oka czyli źrenicę, co ma doniosłe optyczne znaczenie dla sprawy widzenia, zaznaczę tu tylko co nie każdy może sam na sobie spostrzeżeć, że gdy patrzy w miejsce mało oświecone źrenice bardzo się rozszerzają i więcej promieni do wnętrza oka wpuszczają, gdy patrzy zaś w jasne światło, źrenice mocno się zwężają, ochraniając siatkówkę od zbyt energicznego wpływu na nią licznych promieni świetlnych. Po za

źrenicą leży znana nam już soczewka *e*, w woreczku swoim a w około wydłużeń tego woreczka pomiędzy twardówką, a błoną woreczkową, leżą promienisto pęczki mięśnia akkomodacyjnego *f*. Przestrzeń pomiędzy soczewką a dnem oka wypełnia ciało galaretowate zupełnie przezroczyste tak zwane *ciało szkliste g*. Na dnie oka widzimy tedy nerw wzrokowy *h*, który przez dziurę w twardówce wnika do gałki ocznej, a tu włókienka składające go rozbiegają się i tworzą znaną nam *siatkówkę i*. Siatkówka ściele się wraz z warstewką komórek, nabłonkowych zabarwionych, kurczliwych o których wyżej mówiliśmy, na błonie naczyniowej czyli naczyniówce *k*, w której rozgałęziają się naczynia i krąży krew potrzebna do odżywiania całego oka. Naczyniówka opiera się na twardówce. Do dalszych drugorzędnych składników oka, jakkolwiek bardzo ważnych należą powieki, rzęsy, gruczoł łzowy którego przeznaczeniem jest przeszkadzać wysuszeniu się przedniej powierzchni oka, zaczem poszłoby zmętnienie jej i utrata przezroczystości oraz splukiwać też powierzchnią z pyłu i przypadkowych zanieczyszczeń.

Powiedzieliśmy wyżej że promień światła białego słonecznego składa się z siedmiu barw tęczy; to znaczy że drgania eteru rozchodzące się od słońca, złożone są z wielu obok siebie istniejących form ruchu tegoż eteru. I tak wśród eteru rozchodzą się jedne fale powoli i jednostajnym tym wolnym ruchem niezmiennie postępują, obok nich rozchodzą się inne fale szybciej, inne jeszcze szybciej i t. d., naturalnie im więcej fal w jednostce czasu się odbywa tem fale

są krótsze. Na załączonej tu Fig. 25 widzimy szematyczny obraz tych współczesnych, odmiennej szybkości, ruchów falowych eteru. Znany jest fakt fizyczny że promień światła przechodząc ze środka rzadszego w środek gęstszy lub odwrotnie zmienia

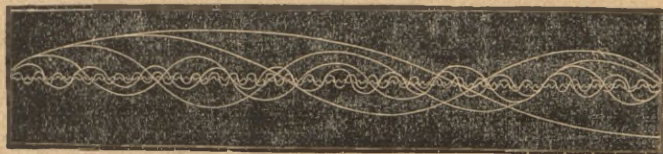


Fig. 25.

swój kierunek czyli ulega załamaniu. Otóż stopień zmiany tego kierunku jest różnym dla różnej szybkości fali, jeżeli tedy wiązkę światła przeprowadzimy przez szklany pryzmat, każda fala eteru w odmiennym pójdzie kierunku i w ten sposób rozszczepić możemy promień światła złożony na składowe jego części. I tak jeżeli wiązkę światła przepuścimy tak jak na fig. 26 szematycznie jest nakreślone, to na ścianie przeciwległej pryzmatowi otrzymamy tak zwane widmo złożone z siedmiu barw. Najpowolniejsze drgania eteru które dają światło widzialne i najmniej zmieniły kierunek, przedstawiają barwę czerwoną, najprędzkie drgania dają barwę fioletową; powyżej koloru czerwonego widma i poniżej koloru fioletowego, widmo jest czarne, ale łatwo przekonać się można że powyżej czerwonego koloru, ciepłota jest najbardziej



Fig. 26.

podniesioną, czyli że tu się załamały fale eteru ciepłikowe, najpowolniejsze, poniżej zaś koloru fioletowego, ciała chemiczne wrażliwe na światło ulegają właściwym przemianom chemicznym to znaczy że poniżej widma jakkolwiek światła nie widzimy, załamują się jednakże jeszcze fale eteru, obdarzone ruchem najszybszym, które nie są w stanie wywołać

w oku naszym wrażenia świetlnego, ale są same w sobie promieniami światła niewidzialnymi dla nas. Badania nad własnościami barw widmowych przekonały że pomiędzy siedmioma barwami widma, można by właściwie wyróżnić więcej barw przejściowych, ale z drugiej strony, że i te siedm barw już się składają z przejściowych i mieszanych kolorów, a wła-

ściwie barw zasadniczych jest tylko trzy a mianowicie: barwa czerwona, zielona i fioletowa; z połączeń pomiędzy temi barwami, można otrzymać wszystkie inne bez wyjątku. Jeżeli wszakże dopiero pryzmatu potrzeba aby rozszczepić promień słońca na siedm głównych barw widma, to czem się to dzieje że cały ten świat ziemski kąpiący się w promieniach słońca, tak jest różnobarwnym? Wiadomo każdemu że gdy tafelkę szklaną zwracać będziemy na przedmioty rozmaicie zabarwione, przez tafelkę tę widzieć będziemy wszelkie kolory obserwowanych przez nas przedmiotów, tafelka nie na zmianę tych kolorów nie wpływa, przedstawiają się one nam jednakowo czy przez pośrednictwo czy bez pośrednictwa szkła przezroczystego na nie patrzymy — tafelka szklana nie ze swej indywidualności kolorom przedmiotów nie dodaje, tafelkę też nazywamy *bezkolorową*. Ona bowiem żadnego promienia świetlnego (pomijamy w tej chwili połysk który tylko z boku patrząc widzimy) z powierzchni swej nie odbija ale na wskroś wszystkie przez siebie przepuszcza. Natomiast tafelka porcelanową pomimo że trochę prześwieca, nie jest przezroczystą wcale, to znaczy że żadnego promienia przez siebie nie przepuszcza, ale za to wszystkie bez wyjątku promienie świetlne z powierzchni swojej odbija, a ponieważ wszystkie promienie światła połączone dają barwę białą, przeto tafelka z powierzchni swojej odbija kolor biały i my się wyrażamy że kolor porcelany jest *biały*. Ciała które z powierzchni odbijają wszystkie formy falującego eteru t. j. szybko falują-

cego więc z krótkimi i powoli falującego więc z długimi falami są koloru białego; ciała wszakże posiadają równie własność pochłaniania wszystkich promieni, nie odbijając z powierzchni żadnego z nich, ciała te będą *czarne*. Właściwie należałoby ciała czarne nazywać bezbarwnymi, a ciała przezroczyste jak szkło, wodę, powietrze, wszystkobarwnymi. Gdy jedno ciała wszystkie gatunki promieni przepuszczają na wskroś, inne znowu wszystkie z powierzchni swojej odbijają, inne jeszcze wszystkie w siebie pochłaniają, znajduje się znowu mnóstwo ciał które jeden tylko gatunek promieni lub kilka z nich odbijają z powierzchni a resztę pochłaniają, i także takich ciał które jeden tylko gatunek lub kilka gatunków promieni na wskroś przepuszczają a resztę pochłaniają, pierwsze z tych ciał będą to ciała *kolorowe nieprzezroczyste*, drugie są to ciała *kolorowe przezroczyste*. Jeżeli ciało wszystkie promienie pochłania a odbija lub przepuszcza wyłącznie tylko kolor czerwony, będzie ciało to czerwonym, jeżeli odbija kolor zielony będzie zielonym i t. d. Dzięki tej własności że ciała jedne gatunki promieni pochłaniają inne odbijają świat ten cały jest tak różnobarwny. Podobnie jak dla kolosalnej skali tonów posiadamy w uchu naszym tak bogatą skalę strun słuchowych, posiadać byśmy musieli dla nieskończonej niemal skali tonów, półtonów, ćwierćtonów i tak dalej w dziedzinie barw i w oku naszym tak obszerną skalę nerwowych zakończeń, z których każdy posiadał by zdolność być pobudzonym przez daną barwę a nawet dany odcień

pewnej barwy. System ten wszakże był do przeprowadzenia w dziedzinie zmysłu słuchu gdzie istota pobudzenia jest natury mechanicznej, gdy wszakże istota pobudzeń świetlnych jest natury chemicznej — gdzieżby umieścić naprzód taką nieskończoną masę ciał chemicznych na szczególne tylko promienie świetlne wrażliwych jak purpura wzrokowa; powtóre wśród tych ciał jak rozstawić na jednej powierzchni ogniskowej soczewki ocznej, tyle odmiennych zakończeń nerwowych dla przyjmowania tej nieskończonej rozmaitości pobudzeń chemicznych. To też natura nie potrzebowała się tu uciekać do tak skomplikowanych urządzeń gdy sama natura światła pozwala prościej się urządzić. Ten oto fakt że wszystkie bez wyjątku barwy i ich tony dają się wyprowadzić z kombinacyi trzech barw zasadniczych, zmniejsza ilość potrzebnych substancyj chemicznych na odmiennie promienie świetlne oddziaływających do liczby trzech, jak również ogranicza ilość odmiennych zakończeń nerwowych przez oddzielne te trzy substancyje pobudliwych do trzech. Jak więc w zmyśle smaku i powonienia (również natury chemicznej) widzieliśmy oddzielnie wyróżnione ciała końcowe elementów czuciowych wrażliwe to na słodycz, gorycz, kwaśność i słoność, to znowu na oddzielne szeregi materij woniejących tak też i w zmyśle wzroku, wśród laseczek i piramidek które stanowią obwodowe zakończenia elementów czucio-wzrokowych znajdujemy oddzielne wyróżnienia dla oddzielnych zasadniczych promieni świetlnych, których jest trzy: dla barwy czerwonej, zielonej i fioletowej.

wej; gdy więc widzimy jakiegokolwiek kolory inne, wtedy doznajemy wrażenia w istocie swojej złożonego, które nam się wydaje tylko być pojedynczem; podobnie jak barwa tonu muzycznego jest pobudzeniem złożonym z pobudzenia płynącego wspólnie od tonu zasadniczego i od tonów dodatkowych. Zmysł tedy wzroku składa się, rzecz by można, z trzech zmysłów: czerwoności, zieloności i fioletu. Dowody na to bardzo są liczne. Jeżeli (Fig. 27) przedmiot w przestrzeni znajduje się po stronie prawej np. w *a* to

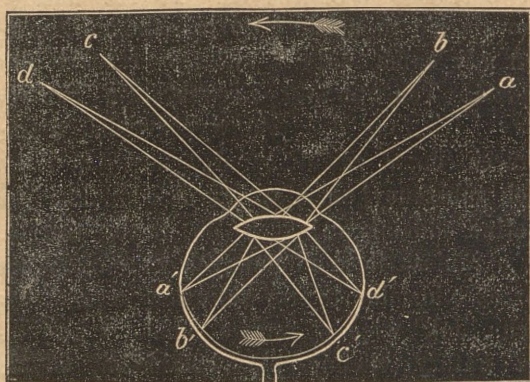


Fig. 27.

promienie jego skupią się na lewej stronie siatkówki naszego oka w *a'*. Jeżeli przedmiot będzie się w przestrzeni poruszał w kierunku strzałki od *a* do *d*, to obraz jego przy oku nieruchomem zogniskowany na siatkówce posuwać się będzie w kierunku wprost

przeciwnym, jak pokazuje strzałka w oku od a' do d' . Siatkówka kończy się w punktach a' d' , jeżeli przedmiot jeszcze dalej się posunie za d lub gdyby się cofnął po za a to wtedy ognisko jego nie padło by już na siatkówkę i przedmiot nie byłby widziany. Cała przestrzeń którą okiem nieruchomem możemy objąć od strony lewej do prawej i od góry do dołu nazywamy polem widzenia. Skrajne części pola widzenia odbijają się też na skrajnych częściach naszej siatkówki. Jeżeli teraz jakikolwiek przedmiot zielony lub fioletowy zbliży się w przestrzeni do punktu a wtedy w tej chwili zobaczymy go i ocenimy jego kolor, i również dobrze będziemy go widzieć aż do przejścia jego po za punkt d , natomiast przedmiot koloru czerwonego gdy stanie na punkcie a będzie wprawdzie przez nas widziany, ocenimy jego kształt ale barwy jego rozeznąć nie będziemy w stanie, dopiero gdy przedmiot ten czerwony stanie na punkcie b odróżnimy że jest barwy czerwonej i barwa ta bardzo będzie dla nas wyraźną do chwili, w której przedmiot czerwony stanie na punkcie c od tego miejsca aż do punktu d znowu kształt przedmiotu widzieć będziemy ale będzie on nam się wydawał że jest ciemno-szary, aż po za punktem d w zupełności naturalnie widzieć go przestaniemy. Z powyższego widzimy że siatkówka nasza od punktu a' do punktu d' czyli w całości jest wrażliwą na kolory zielony i fioletowy, ale na kolor czerwony wrażliwą jest tylko od b' do c' , skrajne zaś części jej a' b' i d' c' nie są w stanie oceniać koloru czerwonego, czyli że w tych miej-

seach brak właśnie tych nerwowych zakończeń w laszeczkach i piramidkach siatkówki, które posiadają wyłączną zdolność przejmować wrażenia od promieni świetlnych czerwonych. Widzimy tedy że anatomicznie zmysł koloru czerwonego jest odmiennie rozmieszczony od zmysłów na kolory zielony i fioletowy. Tak się dzieje w każdym normalnem oku, ale nie rzadko się zdarza że i na przestrzeni od b' do c' również oko nie jest w stanie oceniać koloru czerwonego, ani dokładnie tych wszystkich barw których elementem składowym jest kolor czerwony, czyli że oko takie które rozróżnia jasność od ciemności, wszelkie różnice kształtów, wszelkie barwy niemające nic wspólnego z barwą czerwoną jest jednakże zupełnie ślepe dla promieni świetlnych barwy czerwonej. W tym razie braknie w siatkówce tych elementów nerwowych które mogły by być pobudzonemi przez wpływ chemicznych promieni czerwonych. W innych przypadkach spotyka się ślepotą ograniczoną wyłącznie do barwy zielonej, jeszcze w innych ślepotą ograniczoną wyłącznie do promieni fioletowych. Takim stanem chorobliwym wzroku, a mianowicie ślepotą na kolor czerwony dotknięty był sławny chemik *Dalton* i od niego to taką ułamkową ślepotę na jeden rodzaj promieni świetlnych zasadniczych nazywają Daltonizmem.

Dowodzą też tego pewne zjawiska kontrastów. Jeżeli zbyt długo wpatrywaliśmy się w kolor czerwony, zmęczyliśmy, czyli wyczerpaliśmy pobudliwość tych zakończeń nerwowych w siatkówce które odczuwają czerwoność, jeżeli teraz spojrzymy na kolor bia-

ły, to dla promieni czerwonych które w jego skład wchodziły staliśmy się nieczuli, widzieć więc będziemy kolor biały bez czerwonego co wyda zielonawy i t. p. Dla nieprzekroczenia granic jakie zakreślił sobie w niniejszej pracy pominąć musimy bardzo wiele niezmiernie interesujących kwestyj z dziedziny zmysłu wzroku; pominąć musimy bliższe rozpatrzenie kwestyi akkomodacyi, pola widzenia, ruchów ocznych, patrzenia okiem jednym i dwoma oczami, umiejscowienia odpowiednich obrazów na dwu siatkówkach i t. d. i t. d. Kwestyją udziału doświadczenia i rozumowania w ocenianiu wrażeń wzrokowych, poruszemy poniżej, gdzie rzecz tę odnośnie do wszystkich zmysłów dotkniemy. Zaznaczamy w końcu raz jeszcze że w zmyśle wzroku ruch w świecie zewnętrznym a mianowicie ruch fal eteru, wywołuje ruch chemiczny atomów w substancyjach na dnie oka się znajdujących, ruch ten chemiczny wywołuje ruch cząstek protoplazmy w zakońzeniach obwodowych elementów czucio-wzrokowych, ruch zaś ten przez pośrednictwo włókien tychże elementów przenosi się do ośrodkowych komórek mózgowych, gdzie stwarza ten stan świadomości naszej który nazywamy świadomością światłą; zdaje mi się że zbytecznem byłoby uwydatniać podobieństwo istoty czynności zmysłu wzroku z istotą czynności innych zmysłów, ta wspólność istoty daje się wyrazić krótko: ruch w świecie zewnętrznym stykając się z protoplazmą naszych aparatów czuciowych wywołuje w ich protoplazmie również ruch.

Już wspominaliśmy o tem, a na figurze 25 przedstawiliśmy poglądowo, że w szeregu mniej i bardziej szybko drgających fal eteru więc w szeregu mniej lub więcej krótko i długofalowych promieni słonecznych, znajdują się promienie które z powodu zbytnej swojej szybkości i z powodu braku odpowiednio nastrojonych przyrządów w siatkówce oka naszego, stają się dla naszego oka nieprzystępnymi i pozostają bez wszelkiego wpływu na nasz zmysł wzroku. Pośrednio tylko, przez podstawienie, w miejscu przypuszczalnego przebiegu promieni tych, płyty chemicznie odpowiednio przygotowanej, gienijusz ludzki przekonał się o rzeczywistym istnieniu takich promieni. Ale osobnego zmysłu, dla bezpośredniego dowiedzenia się o istnieniu tych promieni, natura nam dać nie raczyła. Być może że niektóre zwierzęta posiadają szerszą skalę wrażeń wzrokowych i dla nich istnieją formy świadomości barw, które naszej wyobraźni muszą pozostać obcemi, ponieważ w rzeczywistości nie były nigdy materialem naszych wrażeń zmysłowych. Promienie te, jak widzieliśmy, posiadają wysoką łamliwość, tak że po przejściu szklanego pryzmatu przebiegają poniżej promieni fioletowych. Na figurze 25 widzimy że i po nad widmem barw, a mianowicie po nad promieniami czerwonymi najpowolniej drgającymi, przebiegają jeszcze wolniej drgające, jeszcze dłuższą falą biegnące, jeszcze mniej łamliwe promienie, dla których w oku naszym nie posiadamy odpowiednich odbieralników — czyż i te promienie dopiero przez doświadczenie i rozumowanie naukowe stają

się dla nas przystępnymi? Wcale nie! Promienie te to są promienie ciepłe, dla promieni tych posiadamy bardzo wrażliwy zmysł, tylko to jest dziwnem że pomimo istotnego podobieństwa zjawiska światła do zjawiska ciepła, zmysł ciepła zupełnie różnie występuje w ustroju naszym od zmysłu światła. Zmysł ciepła podobnie jak zmysł dotyku rozproszony jest na całej powierzchni naszej skóry, oraz na tych częściach błon śluzowych które stanowią przejście od skóry zewnętrznej do błony śluzowej wyściełającej nasze jamy wewnętrzne, a zatem w jamie ustnej w gardzieli, w części przedniej i na dnie jamy nosowej, w przewodzie słuchowym zewnętrznym i t. p.

W życiu potocznem zwykliśmy myśląc o sile ciepła, wyobrażać sobie dwa wprost przeciwne stany tej siły: dodatni i ujemny, które nazywamy *cieplem* i *zimnem*, skłonni jesteśmy nawet porównywać je do światła i ciemności, do dźwięku i milczenia. W naturze nas otaczającej istnieją bezwątpienia warunki, w których występuje absolutny brak światła lub absolutny albo przynajmniej prawie absolutny brak wszelkiego dźwięku. Istotnego wszakże braku ciepła, w otaczającej nas naturze, nie ma i być nie może. Ciepło, jak to wyżej powiedzieliśmy, jest to ruch cząsteczek danego ciała, lub ruch eteru pobudzony przez ruch tych cząsteczek. Może istnieć więcej energiczny ruch cząsteczek danego ciała albo mniej energiczny — ale spokoju absolutnego w naturze nam najbliższej nie spotykamy, a tylko teoretycznie możemy sobie taki spo-

kój w pojęciu naszym przedstawić. Bardziej szybkie drgania cząsteczek ciał zaliczamy do kategorii *ciepła*, bardziej powolne drgania zaliczamy do kategorii *zimna*. Ale istotnej jakościowej różnicy pomiędzy temi dwoma stanami niema, ale i granicy żadnej rzeczywistej dla ilościowych różnic tych drgań postawić nie jesteśmy w możności. Nie jesteśmy w stanie powiedzieć gdzie się kończy ciepło a gdzie zimno zaczyna, tak jak nie jesteśmy w stanie podzielić szeregu liczb od jedności do nieskończoności na jakieś dwa oddzielne szeregi z których jeden nazwalibyśmy *mało* a drugi *dużo*. Każda liczba w porównaniu z większą jest małą, każdy stopień ciepła w porównaniu z ciepłem większem jest *zimnem*. Zimna i ciepła nie ma tedy w świecie nas otaczającym, ale zobaczymy zaraz że te dwa stany istnieją w naturze naszego zmysłu cieplikowego, ale przed tem musimy odeprzeć zapytanie które prawdopodobnie czytelnik nam tu postawi a mianowicie: Jakże w świecie zewnętrznym niema granicy pomiędzy zimnem a ciepłem—a co znaczy *zero* na termometrach fizycznych, co znaczą liczby 1, 2, 3 i t. d. ze znakiem + (więcej) które oznaczają stopnie ciepła w przeciwstawieniu do liczb 1, 2, 3 i t. d. ze znakiem — (mniej) które oznaczają równoważne ale wprost przeciwne stopnie zimna? Istotnie fizycy przyjęli tę ilość ciepła przy której woda marznie za *zero* i wszystkie ciepłoty wyższe nazywają ciepłem, ciepłoty zaś niższe *zimnem*, ale fizycy równie słusznie i sprawiedliwie mogliby przyjąć za zero tę ciepłotę, przy której marznie

np. rtęć, a wtedy tę ciepłotę którą teraz nazywają zerem, nazywaliby 33 stopniami ciepła a 1 stopień zimna dzisiejszy byłby równy 32 stopniom ciepła. Każde ciało bez wyjątku zależnie od ciepłoty swojej może zmieniać stan skupienia cząsteczek swoich, przy wysokich ciepłotach cząsteczki oddalają się od siebie i ciała przedstawiają się jako gazy, przy niższych ciepłotach, cząsteczki bardziej się skupiają i ciała występują jako ciecze, przy najniższych ciepłotach cząsteczki jeszcze bardziej się skupiają, ciała wtedy występują jako ciała stałe. Ale punkta w wysokości ciepła stanowiące o przejściu danego ciała z jednego stanu skupienia w inny, są dla każdego ciała inaczej w skali ciepła rozstawione. I tak gdy lód się topi przy punkcie 0° a ulatnia się przy $+ 100^{\circ}$ to siarka topi się przy $+ 111^{\circ}$ a ulatnia przy $+ 450^{\circ}$, ołów topi się przy $+ 335^{\circ}$, srebro topi się przy $+ 1000^{\circ}$ a ulatnia jeszcze w wyższej ciepłocie, platyna topi się przy najwyższej ciepłocie jaką w ogóle środkami naszemi otrzymać jesteśmy w stanie, natomiast przy $- 32$ dopiero rtęć się topi, przy najniższych wreszcie temperaturach, ciała w zwykłych warunkach lotne jak kwas węglany, wodór, tlen, azot, przechodzą w stan ciekły i stały. Widzimy przeto że platyna jest *zmarzniętą* w żarze stopionego żelaza, srebra, a w obec *zamrożonej* wody spirytus jeszcze jest ciepłym a powietrze względnie gorącym. Przyjęcie tego stopnia ciepła przy którym właśnie *woda* przechodzi ze stanu stałego w ciekły, za granicę pomiędzy ciepłem i zimnem jest czysto dowolnem i sztucznem, może ze

względów praktycznych nawet dogodnem. Powtarzamy wszakże raz jeszcze że w naturze granicy pomiędzy zimnem a ciepłem nie ma. Zimno jest to stan absolutnego spokoju cząsteczek ciał, tego stanu w warunkach otaczającego nas świata niema; to zimno zaś które na naszych termometrach *zero* od góry odgranicza, równa się przestrzeni która przez wbicie słupa w dowolnem miejscu na długiej, nieskończonej drodze, będzie odgraniczoną, i którą nazwiemy lewą nazywając przestrzeń z drugiej strony słupa prawą. Słup ten może wszakże stanąć w miejscu dowolnem tak że cała przestrzeń przed tem lewa może się stać prawą w stosunku do dalszej lewej, po przestawieniu słupa ku lewej stronie. Jeżeli wszakże w naturze naszego świata ziemskiego absolutnego zimna niema, to istnieje rzeczywiste zimno w naszych wrażeniach zmysłowych; jaką jest istota tego wrażenia? stawiamy to pytanie dla tego że zmysł nasz ciepłikowy nie dawał by nam poczucia ciepła gdyby w nas nie budził poczucia zimna. Co to są ciała cieplejsze i mniej ciepłe? W pierwszych cząstki energiczniej się poruszają w drugich mniej energicznie. Jeżeli ciało mniej energicznym ruchem zetknie się z ciałem którego cząstki energiczniej się poruszają, wtedy te ostatnie starają się podniecić ruch w cząstkach bardziej leniwych drugiego ciała i tak długo będą pobudzać ten ruch póki tylko jakaś resztką przewagi po ich stronie będzie; gdy zaś w obu ciałach ruch cząsteczkowy się zrównoważy, wpływ jednego ciała na drugie ustaje. Ciało z ruchem energiczniejszym

udzielając swojej energii drugiemu samo na energii swej traci, i dla tego ciało z ruchem mniej energicznym nie osiągnie nigdy pierwotnej energii ciała pierwszego; w miarę jak w jednym ciele energija wzrasta, w drugim ciele energija w tym samym stosunku się zmniejsza do chwili równowagi. Jeżeli byśmy wielką energiją ruchu ciała *a* oznaczyli przez 100, małą zaś energiją ruchu ciała *b* przez 1 to gdy zetkniemy ciało *a* z ciałem *b* to energija z *a* przechodzić będzie do *b* ale w *b* nie dosięgnie 100, ciało *a* straci 49 i wtedy obydwie ciała będą posiadały równą energiją cząsteczkową które wyrazi się przez 50 dla każdego. Innemi słowy z ciała cieplejszego ciepło przechodzi do ciała chłodniejszego tak długo aż obydwie ciała nie osiągną jednakiej temperatury. To przechodzenie ciepła z ciała na ciało przechodzić może bezpośrednio przez zetknięcie za pośrednictwem warstw eteru przenikających szczeliny międzycząsteczkowe ciał albo za pośrednictwem fal promienistych eteru, gdy ciała różnej temperatury są od siebie oddalone.

W obec promieni świetlnych, ustrój nasz gra rolę czysto bierną—wszelkie źródła światła począwszy od słońca a skończywszy na fosforescencyi robaczka świętojańskiego leżą zewnątrz naszego organizmu, my promienie świetlne możemy tylko przyjmować nie wyrzucamy ich z siebie. Inaczej się dzieje odnośnie do ciepła. Ustrój zwierzęcy jako polegający na szeregu całym processów chemicznych, jest sam potężnym źródłem ciepła (niektóre ustroje są także źródłem światła jak nie-

które owady, ryby w głębiach morza) ustrój więc nasz jako ciało ciepłe, obdarzone pewną energiją ruchu swoich cząsteczek, spotykać się może z ciałami równą energiją ruchu cząsteczkową rozwijającymi albo różną, a w tym razie albo większą albo mniejszą; czyli innymi słowy, spotykać się może z ciałami równo, więcej lub mniej ciepłymi. Jeżeli powierzchnia naszego ciała spotyka się z ciałem nie różniącym się od niego wcale pod względem ciepła—wtedy energija ruchu cząsteczkowego części powierzchniowych naszego ciała nie ulega żadnej zmianie, jeżeli do powierzchni naszego ciała zbliża się ciało cieplejsze wtedy energija ruchu cząsteczkowego w warstwach powierzchniowych ciała naszego się wzmacnia, jeżeli zaś do powierzchni naszego ciała zbliża się ciało mniej ciepłe od ciała naszego—wtedy energija ruchu cząsteczkowego w warstwach powierzchniowych naszego ciała zmniejsza się, na mocy ogólnego prawa fizycznego że ciała wszystkie dążą do równowagi cieplikowej i dla tego ciała cieplejsze ogrzewają ciała mniej ciepłe, same przytem tracąc część swojego ciepła, czyli energiją ruchu cząsteczek swoich. Fakta te ulegną jeszcze pewnym zastrzeżeniom. Przy każdej tedy zmianie ciepła zewnętrznego, ciepło powierzchniowych warstw naszej skóry zmienia się i albo podnosi się ponad stan normalny i wtedy jest fizjologiczne poczucie *ciepła* w przeciwstawieniu do fizjologicznego poczucia *zimna* które występuje wtedy kiedy ciepło powierzchniowych warstw naszej skóry opada niżej stanu normalnego. Jakkolwiek tedy w świecie zewnętrznym niema zimna i cie-

pla a istnieją tylko różne stopnie natężenia ciepła, zero zaś naszych termometrów jest zupełnie sztuczną i dowolną granicą dwu niby szeregów zjawisk cieplikowych, to jednakże z punktu widzenia fizjologicznego, zarówno nasze wrażenie czuciowe przymusza nas do przyjęcia jak i teoretyczne rozważenie usprawiedliwia przyjęcie dwu objawów zjawisk cieplikowych a mianowicie ciepła i zimna. Wszakże nie tylko na powierzchni naszego ciała miewa miejsce wahanie energii ruchu cząsteczkowego; przez wprowadzanie do żołądka pokarmów gorących lub chłodnych zmienia się na wewnętrznej powierzchni żołądka i przewodu pokarmowego jak i w najbliższych sąsiednich tkankach stan natężenia cieplikowego—a jednakże my tego wcale nie odczuwamy, bo zmiana energii ruchu cząsteczkowego potrzebuje dotykać specjalnych, tkliwych; na te zmiany ruchu elementów czuciowych, które pobudzone w szczególny sposób przez mechaniczny cieplikowy ruch cząsteczek, zdolne by były pobudzenie to zmieniać na ruch fizjologiczny cząsteczek protoplazmy i ruch ten przesłać po włóknach nerwowych do komórek mózgu, gdzie stał by się dopiero świadomością wrażeń cieplikowych. Takie elementy czucio-cieplikowe rozproszone są na całej powierzchni naszej skóry i jak już wspomnieliśmy w błonach śluzowych wylotów jam ciała więc w jamie ustnej i gardzielowej oraz w jamie nosowej. Wiadomo że dzięki szczególnym urządzeniom regulacyjnym w ustroju zwierzęcym masa cieplika która we wnętrzu z powodu nieustannych processów życiowo-che-

micznych bezustannie się wyrabia, ciągle stopniowo uchodzi z ustroju na zewnątrz, tak że ciepłota ustroju pozostaje trwale, z bardzo nieznacznymi wahaniami, na jednym stopniu, u człowieka wynosi ona 37 i pół stopnia. Naturalnie że jest ona nieco niższą na powierzchni ciała, nieco wyższą w środku ciała, przyjmijmy że normalnie skóra ciała nasze pokrywająca a więc i elementy czucio-cieplikowe w niej rozproszone posiadają 37° ciepła. Zatem 37° ciepła to będzie zero fizjologiczne dla naszego zmysłu ciepła, 37° ciepła naszych elementów czucio-cieplikowych nie daje nam żadnego poczucia cieplikowego; posunięcie się tego ciepła do 38° już nam da wrażenie ciepła, obniżenie się do 36° już nam da wrażenie zimna. Jakkolwiek każde ciało cieplejsze oddaje swój cieplik ciału chłodniejszemu, to jednakże nie wszystkie ciała z jednaką łatwością cieplik oddają i nie wszystkie z jednaką łatwością cieplik ten przyjmują, zależy to od fizycznych własności ciał które są lepszymi lub gorszymi *przewodnikami* ciepła. Przyjmując tedy że ciepło naszych elementów czucio-cieplikowych w skórze wynosi 37° to jeżeli skóra zetknie się z ciałem również na 37° ogrzanem to zdawałoby się że nie powinniśmy odczuć żadnego wrażenia cieplikowego, gdyż zwykła energija ruchu cząsteczkowego naszych elementów nerwowych nie uległa żadnemu wstrząśnieniu i pozostaje na zerze fizjologicznem. Tak jednak nie jest zawsze, ciało bowiem ogrzane na 37° stopni które zetknęło się ze skórą naszą jest albo złym albo dobrym przewodnikiem ciepła. Jeżeli cia-

ło to jest bardzo złym przewodnikiem ciepła, to wtedy wewnątrz ustroju naszego które z powodu ciągłej pracy chemicznej, wytwarza coraz to nowe ilości ciepła, nie będzie mogło przez powierzchnię skóry ciepła tego się pozbywać dla tego że skóra styka się z ciałem które z trudnością przyjmuje ciepłik—ciepło tedy ustrojowe gromadzić się zacznie i we wnętrzu i na powierzchni naszego ciała, a energija ciepłikowa elementów czuciowych która przed chwilą wynosiła 37° zacznie się wzmacniać a to wzmożenie się tej energii pobudzi protoplazmę tych elementów do właściwego ruchu fizyjologicznego. Z tego to względu powietrze które by miało 37° ciepła, wydało by się nam nieznośnie gorącym, bo jest złym przewodnikiem ciepła, dopiero powietrze mające około 16 do 18 stopni ciepła mogło by być obojętnem dla obnażonego ciała naszego gdyż w tych warunkach, wytwarzanie się ciepła w naszym ustroju i utrata jego na powierzchni skóry naszej odbywałyby się w takiej mierze że ciepłota elementów czucio-ciepłikowych pozostawałaby trwale na jednakiej normalnej wysokości 37 stopni. Natomiast woda mająca ciepłotę małą co niższą od 37° już nam się wyda bardzo zimną dla tego że będąc lepszym przewodnikiem ciepła niż powietrze, szybciej pochłaniać będzie ciepło z powierzchni naszego ciała, aniżeli ustrój nasz do powierzchni będzie takowe doprowadzać w skutek czego ciepłota naszych elementów czucio-ciepłikowych ulegnie naglej zmianie więc wywoła pobudzenie ciepłikowe, a że ta zmiana będzie malejącą więc pobu-

dzenie to da nam poczucie zimna. Na tej to zasadzie łatwiejszego i trudniejszego pochłaniania i przewodnictwa ciepła odróżniamy ciała o których mówimy że są z natury zimne, np. marmur, żelazo, i t. d. w przeciwstawieniu do drzewa, waty i t. d. za dotknięciem ciał pierwszych ze skórą ciała naszego (w zwykłej temperaturze powietrza) zwiększa się utrata ciepłoty naszych elementów czucio-cieplikowych i stąd wrażenie zimna, za zetknięciem ciał drugich ze skórą ciała naszego zwalnia się utrata ciepła elementów czucio-cieplikowych, więc własne ich ciepło się wzmacnia i stąd wrażenie ciepła.

Za zero fizjologiczne więc wzięliśmy 37° stopni, naszych własnych elementów czucio-cieplikowych oraz taki stopień ciał zewnętrznych, który stosownie do własności przewodnictwa danego ciała jest w stanie utrzymać bez zmiany ową ciepłotę 37° naszych elementów czucio-cieplikowych. Już z tego widzimy że zmysł nasz ciepła jest bardzo względny, nie daje on nam istotnej miary ciepła przedmiotów zewnętrznych, ale tylko miarę zmian energii cieplikowej obwodowych jego ciałek czuciowych, która znowu nie zależy tylko od ciepła ciał zewnętrznych ale i od ich przewodnictwa. Dotąd wszakże sądzić by można że bądź co bądź, wzrost nad zero fizjologiczne naszych elementów czucio-cieplikowych które jest równe 37° ciepłoty daje nam wrażenie ciepła, spadek jej poniżej tego zera daje nam wrażenie zimna. Tak jednakże nie jest: jeżeli z ciałem naszym zetkniemy przedmiot ogrzany np. do 45° to energija cieplikowa zacznie

przechodzić od przedmiotu do naszych ciałek czuciocieplickowych i uczujemy wrażenie gorąca bo energija cieplikowa w ciałkach tych pocznie wzrastać; po chwili wszakże nastąpi równowaga, ciepłota ciałek czuciowych podniesie się np. do 40 stopni, wtedy te 40° stanowi już nowe zero fizyologiczne i każdy spadek z 40° stopni budzić w nas będzie wrażenie zimna. Na odwrót jeżeli z ciałem naszym zetknie się przedmiot z ciepłotą 1° wtedy uczujemy wrażenie zimna; bo ciepłota ciałek czuciowych gwałtownie będzie spadać, po pewnym czasie jednakże nowa nastąpi równowaga i ciepłota ciałek naszych czuciowych zatrzyma się przypuszczalnie na 5°. Będzie to więc chwilowe zero fizyologiczne i każde ciało ogrzane niewiele po nad 5° które w zwykłych warunkach wydałoby nam się bardzo zimnem (bo o wiele niższem od 37°) wyda nam się teraz bardzo ciepłem bo gdy zetknie się z naszym ciałem, energija cieplikowa naszych elementów czuciocieplickowych będzie w stanie wzmagania się. Każdy z szanownych czytelników sprawdzał to sam na sobie jak ciepłą mu się wydaje woda dorze zimna którą popija dobrze mrożone lody każdy też łatwo się przekonać może jak chłodną wyda się woda ciepła, jeżeli bezpośrednio przedtem rękę swoją był zanurzył w wodzie gorącej. Słowem istotę pobudzenia obwodowych zakończeń zmysłu ciepła stanowią zmiany w energii ruchu cząsteczkowego (stanowiącego istotę ciepła) tychże obwodowych zakończeń. Charakterystykę tego zmysłu stanowi to właśnie, że tu nie samo powstanie ruchu, ale tylko

zmiana w natężeniu ruchu stanowi pobudzenie i to bardzo naturalne z tego względu, że w tym razie ruch nie może powstać dla tego tylko że nigdy nie ustaje. Jednostajne, wszakże natężenie ruchu wedle ogólnych praw władzy czucia które widzieliśmy i u ameby prostej, nie może stanowić pobudzenia, gdyż następuje przystosowanie się, przyzwyczajenie się protoplazmy do jednostajnie działającego czynnika. Zmiana w energii daje wrażenie cieplikowe — w kierunku wzrastającym — ciepła, w kierunku malejącym — zimna. To też zmysł cieplikowy jest przede wszystkim zmysłem porównawczym ale nie bez względnym, stoi więc w tym względzie o wiele niżej od zmysłu słuchu i wzroku, my dany ton i dany kolor, uniemy ocenić bez porównywania go z innym tonem lub kolorem, danej temperatury wszakże ocenić nie jesteśmy w stanie, co najwyżej przez porównanie w pamięci ocenić ją możemy w dużym przybliżeniu. Muzyk z całą stanowczością powie że to jest np. ton *c* a już każdy prawie powie że to jest stanowczo kolor różowy, ten purpurowy, tamten amarantowy (więc nawet określi odcienia koloru) nikt wszakże nie odpowie ze stanowczością ile dziś jest stopni ciepła? co najwyżej odpowie że będzie dziś ciepła pomiędzy 10° a 16° . Jakkolwiek pozbawiony jest zmysł cieplikowy bezwzględności, niemniej wszakże posiada on wysoko rozwiniętą czułość porównawczą. Gdy zmiana energii jest jego żywiołem, na zmianę też niesłychanie jest tkliwym. Gdy pogrążymy rękę naszą to w jedną to w drugą wodę nie po-

wiemy ile jedna lub druga ma stopni ciepła, ale doskonale odróżnimy która z nich jest cieplejszą choćby różnica wynosiła zaledwie dziesiątą część stopnia. Możemy doskonale sobie wyobrazić że mógłby zmysł cieplikowy odróżniać odrazu bezwzględną wysokość ciepłoty gdyby odpowiednią posiadał budowę. Obwodowe ciała czuciowe winny byłyby być tylko tak zróżnicowane żeby jedne były czulsze na mniejsze stopnie energii cieplikowej inne na większe, a przyrządy dodatkowe oparte np. na prawie rozszerzania się i kurczenia ciał, tak urządzone aby przy pewnych stopniach ciepłoty tylko pewne ciała czuciowe uległy pobudzeniu. Posiadalibyśmy wtedy w skórze naszej rodzaj skali cieplikowej, tak jak w uchu posiadamy skalę słuchową — a wtedy pewne stale określone wielkości cieplikowe czy byśmy je nazywali tonami czy kolorami ciepła, tak byłyby dla nas przystępnymi a nawet koniecznymi jak dzisiaj tony i barwy. Gdybyśmy w uchu naszym nie posiadali owej harfy słuchowej niepodobnem by nam się wydało aby oprócz ciszy i zgiełku istnieć mogły jakieś szczególne formy poczucia dźwięków które dziś nazywamy tonami, lub gdyby oko nasze mniej doskonale było urządzone oprócz poczucia ciemności i jasności nie istniały by dla niego ani kształty, ani barwy. Jakkolwiek tedy nie jesteśmy w stanie określić stopnia ciepłoty danej wody to pogrążając jednakże palec nasz w dwa płyny ogrzane nie zupełnie jednakowo, zdolni będziemy ocenić różnicę w temperaturze jednej i drugiej wody tak małą, której nie o-

ceni termometr podzielony na dziesiąte części stopnia! Najczulszym na różnice cieplikowe jest jednakże zmysł nasz cieplikowy w granicach bliskich normalnemu zeru fizjologicznemu. W miarę gdy ciepłota przedmiotów oceniana zbyt się oddala od tego zera, możność oceniania małych różnic znacznie się zmniejsza, a zwłaszcza szybko tępi dla temperatur malejących.

Mówiliśmy o zachowaniu się zmysłu ciepła w obec temperatur zewnętrznych: zmysł ten bądź przez bezpośrednie zetknięcie z powierzchnią ciała przedmiotów rozmaitej ciepłoty a więc za pośrednictwem tak zwanego przewodnictwa ciepła na elementy nerwowe, zostaje pobudzonym, bądź przez przedmioty odległe, będące źródłami ciepła, więc przez pośrednictwo cieplika promienistego. To wszakże cośmy mówili ulega bardzo znacznym komplikacyjom z tego powodu że w ustroju naszym istnieją bardzo liczne przyrządy regulacyjne które niezależnie od wpływów zewnętrznych mogą ciepłotę ciała naszego więc i aparatu zmysłowego ciepła, podnosić lub zmniejszać i w obec bardzo odmiennych nawet temperatur zewnętrznych, utrzymać na jednej wysokości. Wiadomo że zarówno człowiek mieszkający na równiku jak i mieszkaniec okolic bieguna północnego posiada zawsze stałą temperaturę ciała wynoszącą w przecięciu 37 i pół stopnia. Wprawdzie pierwszy chodzi nago drugi zaszywa się w skóry niedźwiedzia lub renifera, ale odzież sama to bardzo nieznacznym byłby czynnik w obec tej olbrzymiej różnicy ciepła promienistego które słońce prostopadle rzuca na pas równi-

kowy, a któremi zaledwie muska skośnie okolice biegunów. Wchodzą tu w grę czynniki czysto fizjologiczne, jak energija mniejsza lub większa processów chemicznych w tkankach ustroju — różnice w krążeniu krwi — w czynności gruczołów potowych zresztą natura pokarmów i t. d. i t. d. Nie możemy się w tem miejscu zapuszczać w rozpatrywanie warunków fizjologicznych, na mocy których, ciepłota obwodowych zakończeń elementów czuciowych ciepła, walczy do pewnego stopnia z wpływami zewnętrznymi i nie staje się zbyt podległą im igraszką. Małym różnicom ciepła bądź co bądź prawie bezustannie podlegają aparaty czucio-cieplikowe na powierzchni skóry naszej, zmiany te wprawdzie nie budzą w świadomości naszej wyraźnie zarysowujących się wrażeń ciepła lub zimna, ale to niewyraźne, prawie ciągle, poczucie cieplikowe na powierzchni ciała naszego jest jednym z elementów poczucia naszej cielesnej indywidualności, czyli poczucia granicy która oddziela przestrzeń naszego „ja” od reszty przestrzeni świata.

Ciałka obwodowe zmysłu ciepła towarzyszą wszędzie ciałkom obwodowym zmysłu dotyku skórniego, stąd przypisywano ciałkom dotykowym własności odczuwania zarówno wrażeń dotykowych i cieplikowych, czyli więc dwie odrębne czynności tym samym elementom czuciowym. Ponieważ by się to sprzeciwiało ogólnej zasadzie fizjologicznej, aby jeden element nerwowy dwa tak różnorodne przejmował wrażenia, ponieważ wszystkie hipotezy objaśniające taką podwójną czynność nie wytrzymały kryty-

ki naukowej, fakt zresztą iż w skórze napotyka się bądź co bądź różnorodne zakończenia nerwowe, jakkolwiek doświadczenie fizjologiczne nie zdołało rozdzielić funkcyj im właściwych (p. Fig. 7 a a' str. 37), dalej fakt że nie wszystkie części naszej skóry są jednakowo czułe na dotyk i na ciepło, że jedne mianowicie odznaczają się większą czułością dla wrażeń dotykowych, inne dla wrażeń cieplikowych, (najczulszemi na ciepło są np. powieki, najczulszemi na dotyk wargi ust) a wreszcie ważny fakt że bywają stany chorobliwe w których chorzy na pewnej przestrzeni ciała tracą wrażliwość na dotyk, nie tracą zaś wrażliwości na bodźce cieplikowe, lub odwrotnie — wszystko to dowodzi zupełnej samodzielności anatomicznej zmysłu cieplikowego i najnowsza fizjologija, taką też samodzielność zmysłowi temu przypisuje. Kończąc wzmiankę o zmyśle cieplikowym zaznaczamy jeszcze raz podobieństwo istoty czynności tego zmysłu z istotą czynności innych zmysłów które wyraża się w słowach: ruch w świecie zewnętrznym (drgania eteru promieni cieplikowych lub drgania cząstek i ich atmosfer eterycznych w ciałach ciepłych) udziela się bezpośrednio cząstkom protoplazmy obwodowych elementów czuciowych, skąd przenosi się po włóknach nerwowych do protoplazmy komórek w mózgu, stanowiąc tu zjawisko zwane przez nas wrażeniem świadomem ciepła.

Zmysł dotyku, smaku, powonienia, słuchu polegał na wpływie bezpośrednim materji, w zwykłym tego słowa znaczeniu, na protoplazmę naszych ciałek czuciowych i dla tego nazwaliśmy zmysły te materjalnymi. Zmysł wzroku i ciepła polega na takim że wpływie pewnej postaci materji, różniącej się zasadniczo od wszelkich innych postaci materji, zwaney eterem a objawiającej się nam nie jako materja dotykalna ale wyłącznie jako objawy siły, czyli jako objawy dynamiczne, i dla tego zmysły te nazwaliśmy dynamicznymi. W dziedzinie zjawisk, należących do ruchów eteru napotyamy wszakże nietylko światło i ciepło ale także magnetyzm i elektryczność, które to siły polegają nie na poprzecznem drganiu falistym, jednostajnem, ale na innych postaciach ruchu cząsteczek eteru, w których rozbiór bliższy wchodzić tu nie możemy. Światła i ciepła człowiek nie potrzebował wynajdywać, siły zaś elektromagnetyczne gienijusz ludzki dopiero odkryć musiał, a przez długie wieki z dziedziny sił tych, znanym był ludziom tylko fakt iż bursztynu kawałek, potarty, nabiera własności przyciągania drobnych przedmiotów. Od bursztynu też, który po grecku nazywa się „elektron” poszła nazwa „elektryczność”. Dla czego człowiek przez tak długi czas nie był świadom istnienia tych sił? dla tego że nie posiada w ustroju swoim zmysłu, zdolnego bezpośrednio odczuwać działania sił o których mowa; dla tego że siły te, w przyrodzie otaczającej człowieka, nie występują w warunkach takich, w jakich mogłyby właściwy sobie wpływ na ustrój nasz wywierać.

Człowiek dopiero zdołał stworzyć takie warunki i od tej chwili okazało się że możemy doznawać wrażeń elektrycznych jakkolwiek nie posiadamy swoistego zmysłu dla elektryczności jak go posiadamy dla światła i ciepła. Już oddawna ludzie słyszeli huk pioruna i widzieli gzygzakowaty jego szlak ognisty, lub rozlane światło rażące błyskawicy — ale huk i światło to są zjawiska towarzyszące zjawiskom elektrycznym ale one nie stanowią istoty tego zjawiska. Podobnie jak w promieniach słonecznych przebiegają obok siebie promienie świetlne i cieplikowe, ale mieszkańiec samego bieguna mógłby znać słońce a ani marzyć o tem, że w treści promieni jego mieści się ciepło — a człowiek ślepy od urodzenia mógłby zrozumieć że treścią tych promieni jest ciepło a nie zdołał by pojąć że zawierają one i światło, tak też człowiek mógł otrzymywać wrażenia ze zjawisk wchodzących w treść zjawisk elektrycznych, ale mógł się niedomyśleć całej zjawisk tych istoty. Powtarzając zestawienie pewnych stałych warunków zasadniczych, przekonał się gienijusz ludzki, że przy nieznacznej zmianie warunków ubocznych, otrzymuje raz zjawisko mechaniczne to świetlne, to znowu cieplikowe, to chemiczne, to dźwiękowe, wyprowadził więc stąd wniosek że wypadkowość warunków ubocznych, które same przez się nie byłyby zdolne wywołać ani światła, ani ciepła, ani dźwięku, ani chemicznego procesu muszą chyba tylko wpływać na zmianę postaci jakiegoś czynnika zasadniczego, który jest stałą wypadkową stałych warunków zasadniczych — i ten stały niezna-

ny wypadkowy czynnik, który zdradza swoją obecność pod rozlicznymi postaciami nazwał elektrycznością lub ogólniej elektromagnetyzmem. I tak np. pograżenie cynku i węgla w naczyniu z kwasem siarczanem i odprowadzenie drutów miedzianych od cynku i węgla, oto przypuścimy warunki zasadnicze — gdy druty te połączymy cienkim drucikiem platynowym otrzymamy zjawiska ciepła, gdy drucik platynowy będzie jeszcze cieńszy otrzymamy zjawiska ciepła i światła, gdy druty te pograżymy w wodę, otrzymamy process chemiczny rozkładu wody, gdy druty te spiralnie owiniemy o laskę z żelaza miękkiego otrzymamy zjawisko przyciągania przez laskę tę innych bliskich przedmiotów żelaznych więc otrzymamy zjawisko mechaniczne i t. d. Rozum nasz tedy wnosi że odpowiednie połączenie cynku, węgla i kwasu siarczanego daje pewną siłę i nazywa ją elektrycznością, a zmysły nasze dostarczały tylko materyjału ze zjawisk dla zmysłów naszych przystępnych. Co się jednakże dzieje gdy druty te od tak zwanego ogniwa elektrycznego zetkniemy z naszym ciałem, gdy więc pozwolimy sile elektryczności działać bezpośrednio na nasz ustrój? Energija działania elektryczności jest tak potężną, a warunki jej wpływu mianowicie możność przenikania na wskroś tkanek naszego ustroju tak pomyślne, że elektryczność jest w stanie wywołać ruch cząsteczkowy protoplazmy we wszystkich bez wyjątku ciałkach obwodowych naszych elementów czuciowych, zaczem idzie, że siłę elektryczności, ujętą naturalnie w pewne sztuczne warunki

objawiania się jej, zdolni jesteśmy odczuwać wszystkimi naszymi zmysłami. Prądy elektryczne sprawiają na skórze naszej to wrażenia ucisku, ostrego lub tępego, to wrażenia ciepła, na języku wrażenia smaku, w uchu wrażenia dźwięku, w oku wrażenia światła; naturalnie że wrażenia te są niesłychanie grube i nie mogą iść w porównanie pod względem precyzji z wrażeniami otrzymywanymi od bodźców dla danych zmysłów odpowiednich. Ta możność wywoływania przez elektryczność zjawisk dźwiękowych w uchu, ciepłych w skórze, świetlnych w oku i t. d. więc przez jeden czynnik, tak różnych wrażeń dała pobop do rozwinięcia się w nauce bardzo interesującej kwestyi o tak zwanej specyficznej energii zmysłów, która po większej części jest niewłaściwie pojmowaną i którą poniżej jeszcze dotkniemy. Elektryczność pomimo to wszystko daje nam jeszcze pewne swoiste wrażenia, na mocy których we wnioskach naszych nie pomylimy się nigdy i powiemy zawsze że dane wrażenie ma źródło swoje nie w żadnym innym czynniku ale w elektryczności. Pochodzi to stąd że wprawdzie elektryczność z powodu wielkiej energii swojego działania jest w stanie podrażnić obwodowe zakończenia elementów czuciowych i wtedy budzi w nas wrażenie nie swoiste lecz podobne do wrażeń czynników zwykle na dane zmysły działających, ale zwykle czynniki działają zawsze wyłącznie na obwodowe ciała czuciowe, tu się wytwarza fizjologiczny ruch cząsteczkowy protoplazmy i stąd na prawach fizjologicznych protoplazmie właściwych rozprzestrzenia się po włók-

nie nerwowem aż do mózgu, elektryczność natomiast oprócz pobudzenia samych końcowych ciałek elementów czuciowych, dzięki swojej energii i możności przenikania na wskroś tkanek, działa jednocześnie i na samo włókno protoplazmy przewodnie, czasem też bezpośrednio na same komórki mózgowe. Wiadomą jest rzeczą że wzdłuż włókien nerwowych przebiegają także fizjologiczne prądy elektryczne bardzo słabego natężenia, prądy te normalne ulegają znacznym zaburzeniom pod wpływem prądów z zewnątrz doprowadzanych, zresztą sam chemizm fizjologiczny tkanki nerwowej ulega także pewnym zaburzeniom pod wpływem tych ostatnich prądów, wszystko to sprawia że elektryczność pomimo naśladownictwa wszystkich innych czynników mogących wpływać na nasze zmysły, ma jednakże we wpływie swoim na ustrój nasz coś oryginalnego, coś właściwego sobie, czego zresztą każdy doświadczał kto poddawał się działaniu prądów elektrycznych; nawet każda postać występowania elektryczności charakterystyczne wywołuje wrażenie np. prądy przerywane, stałe, elektryczność statyczna. Posiadamy tedy wrażenia elektryczne nie posiadając zmysłu swoistego dla elektryczności. Kto wie, czy niektóre zwierzęta zmysłem tym nie są obdarzone — może wrażenia tą drogą otrzymywane służą im do oryentowania się odnośnie do zmian meteorologicznych do wczesnego np. uchronienia się od znacznych zaburzeń atmosferycznych. Napięcie elektryczności w powietrzu bardzo znacznym ulega zmianom, my tylko nie posiadamy zmysłu do odczuwania takowych.

Tak tedy kończymy przedmiot o związku zjawisk polegających na ruchu eteru z naszymi wrażeniami zmysłowymi. Widzieliśmy tedy jak wszystkie kategorie zjawisk w świecie zewnętrznym oddziałują na nasze elementy czuciowe, a mianowicie ciała stałe na drodze mechanicznej (dotyk) ciała płynne i gazowe na drodze chemicznej (smak, powonienie) ciała stałe, płynne i gazowe na drodze mechanicznej (słuch), ruch eteru na drodze chemicznej (wzrok), ruch eteru na drodze mechanicznej (ciepło), ruch eteru na drodze chemicznej i mechanicznej (elektryczność). Ale wszystkie te wymienione zjawiska nie wyczerpują wcale zjawisk świata zewnętrznego. W świecie zewnętrznym spotykamy elementarne zjawiska przyrody, skupione, powikłane w sposób iście cudowny pod postacią *życia*. Zjawiska życiowe świata zewnętrznego wpływają na nas tylko za pośrednictwem zwykłych wyżej wymienionych wrażeń zmysłowych, które się potęgują dla bliższych nam tworów w uczucia; zśród wrażeń zmysłowych przez które życie na nas oddziałuje wyróżnić by tu wypadało dla osobników jednogatunkowych zmysł płciowy. Nie będziemy tu bliżej rozpatrywać istoty tego zmysłu, ale zaznaczymy tylko iż należy on do rzędu zmysłów wewnętrznych o których za chwilę powiemy, że główną jego istotę, obok zróżnicowanego zmysłu dotyku stanowi zmysł mięśniowy o którym zaraz będzie mowa. Zjawiska życiowe po za naszym „ja” stanowią naturalnie część świata zewnętrznego, ale nasze własne „ja” rozdzielić można niejako na dwie dziedziny z których

jedna względem drugiej gra rolę świata zewnętrznego. Na początku pracy niniejszej mówiliśmy o tem że w komórce pierwotnej mieszczą się substraty dla oddzielnych czynności życiowych, dla czucia, ruchu, odżywiania, rozradzania się i t. d. natomiast w ustrojach wyższych spotykamy kolonije całe odpowiednio połączonych ze sobą komórek wyróżnionych, z których jedne spełniają wyłącznie czynności czucia, inne czynności ruchu, te odżywiania, tamte rozradzania i t. d. My tu zajmujemy się wyłącznie tą koloniją komórek protoplazmowych, których czynność stanowi czucie — oto wszystkie inne kolonije komórek, wchodzące w skład naszego ustroju stanowią świat zewnętrzny w obec komórek czuciowych. I te wszystkie processy i zjawiska życiowe, które w nich się odbywają, przechodzić mogą za pośrednictwem odpowiednich elementów czuciowych do naszej świadomości jako wrażenia pochodzące z obrębu naszego własnego ciała. W tym szeregu zmysłów zatem, zjawiska będące bodźcem dla obwodowych zakończeń elementów czuciowych są zjawiskami życiowymi tkanek naszego ustroju, tu więc ruch protoplazmy żyjącej, nie czuciowej, pobudza do ruchu protoplazmę czuciową końcowych ciałek elementów czuciowych, przez włókna nerwowe dochodzi do komórek mózgu i tam stanowi świadomość naszych czynności życiowych. Szereg więc tych zmysłów możnaby nazwać ze względu na naturę zjawisk które budzą wrażenia — zmysłami życiowymi, albo ze względu na miejsce występowania tych

zjawisk—zmysłami wewnętrznymi. Rozpatrzmy jeden z najciekawszych tego szeregu: zmysł mięśniowy.

Każdy wie o tem że nie potrzebujemy ważyć dopiero na szalkach, ani nawet szczególnej do tego mieć wprawy, aby podnosząc kolejno po sobie ciężary, odróżnić że jedne z nich są cięższe inne lżejsze. Gdy trzeba nam cięższy przedmiot dźwignąć, musimy z większym wysiłkiem skurczyć nasze mięśnie, gdy lżejszy przedmiot dźwigamy, mięśnie nasze kurczą się mniej energicznie — otóż przez świadome poczucie natężenia pracy mięśni naszych—oceniaemy ciężar przedmiotu. Niekoniecznie wszakże chodzi tu o ciężary, w ogóle oceniamy w ten sposób każdy ruch mięśni naszych. Gdy zaginamy palec wiemy o tem dla tego że doznajemy poczucia kurczenia się włókien mięsnych poruszających naszym palcem, wprawdzie gdy zaginamy palec wiemy o tem i dla tego że naprzód w duchu naszym zrodziła się wola zgięcia danego palca, ale poczucie zmysłu mięśniowego jest tu niezależnem od świadomości naszej, i za pomocą tylko tego poczucia sprawdzić możemy i skontrolować czy wola nasza się spełniła. Zdarza się że nerw przewodzący pobudzenia woli do mięśni palca, z powodu zmian chorobliwych, które go dotyczą na jego przebiegu, nie są w stanie pobudzenia woli doprowadzić do miejsca przeznaczenia, nerwy ruchowe palca są w stanie porażenia—wtedy pomimo najusil-

niejszej woli zagięcia palca, ten się nie poruszy, świadomość naszej woli jest zupełną — niemniej wszakże jesteśmy świadomi bezskuteczności naszej woli — mięśnie bowiem palca nie uległy skurczowi i nie mogły we właściwy sposób pobudzić zakończeń elementów czuciowych zmysłu mięśniowego, i za pomocą włókien ich nerwowych posłać do mózgu wrażenia spełnionego skurczu palcowych mięśni. Otóż pośród włókien mięsnych rozproszone są ciała czuciowe od których włókienka nerwowe idą do mózgu. Gdy włókna mięśniowe się kurczą drażnią one te ciała czuciowe, wywołują w protoplazmie ich, ruch cząsteczkowy który przynosi się do mózgu i tam stwarza wrażenie świadome ruchu mięśniowego. Przywiedzimy tu raz jeszcze rysunek szematyczny elementu czucio-ruchowego jak go przedstawiliśmy na początku naszych pogadanek (Fig. 3) jest on złożony z *a* t. j. obwodowego ciała czuciowego na którą działają bodźce, z *b* nici protoplazmatycznej która pobudzenie przynosi do *c* komórki ośrodkowej w której pobudzenie staje się wrażeniem świadomem, ¹⁾ z *d* nici protoplazmatycznej która pobudzenie pochodzące od ciała *a* przynosi dalej aż do *e*, które jest protoplazmą kurczliwą czyli włóknem mię-

¹⁾ Bierzemy tu już w skróceniu jedną komórkę ośrodkową w miejsce grupy komórek z których jedna jest ośrodkiem wrażeń świadomych świeżych, inna zapamiętanych, jedna przeprowadza pobudzenie ruchowe bezpośrednio, pod wpływem wrażenia świeżego, inna pod wpływem wrażenia zapamiętanego p. Fig. 4 str. 28.

snem. Otóż ten rysunek szematyczny musimy teraz dopełnić w sposób jaki widzimy na Fig. 28 a mianowicie: na włókienku *e* umieścić ciało obwodowe czuciowe *f* od którego włókienko nerwowe *g* podąża

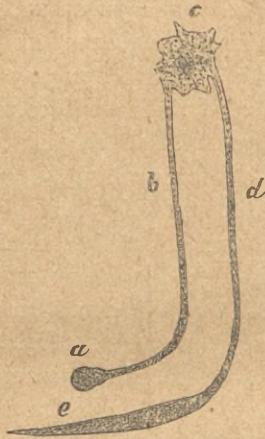


Fig. 3.

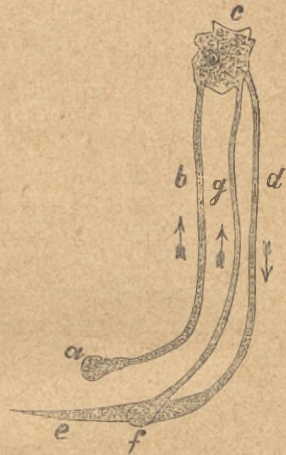


Fig 28.

w kierunku strzałki do komórki ośrodkowej. Z takiego urządzenia wynika: gdy bodziec zewnętrzny podziałał w *a*, włókno mięsne ulega odruchowo skurczowi albo też gdy wprost z komórki *c* wyjdzie pobudzenie woli włókno mięsne również ulegnie skurczowi, ale w jednym i drugim razie ciało *f* przylegające do włókna mięsnego ulega pod wpływem skurczu tegoż podrażnieniu i podrażnienie to zwraca na powrót komórce ośrodkowej *c* pod postacią świadomości.

mości dokonywającego się ruchu mięśniowego. Oto jest anatomiczny układ zmysłu mięśniowego. Na czem polega istota pobudzenia ciałek czuciowych mięśni w skutek skurczu tych ostatnich? Możnaby zrazu przypuścić że włókna mięsne kurcząc się, wywierają ucisk na ciała czuciowe i że na tej to mechanicznej drodze, podobnie jak to ma miejsce w zmysle dotyku, przychodzi do skutku pobudzenie obwodowych ciałek elementów czuciowych zmysłu mięśniowego. Mnóstwo okoliczności przemawia jednak bardziej za tem, że pobudzenie zmysłu mięśniowego jest natury chemicznej, jak to ma miejsce w zmysłach smaku, powonienia i wzroku. Wiadomo że kurczenie się protoplazmy związane jest z pewnemi processami chemicznymi, które w jej łonie mają miejsce. Wzmaga się mianowicie łączenie się z tlenem niektórych składowych części protoplazmy bogatych w węgiel. Skutkiem tych processów chemicznych, jest wytworzenie pewnych produktów chemicznych wcale nie obojętnych a raczej grających rolę trucizn dla protoplazmy z której powstały. Mięsień który przez czas dłuższy ulega kurczeniu, wyrabia tak znaczną ilość tych produktów chemicznych — że potrzeba koniecznie odprowadzania z jego wnętrza tych ciał szkodliwych aby mięsień nie uległ trwałemu pod ich wpływem zatruciu. Nadmiar tych produktów w mięśniu który pracował, stanowi właśnie okres *zmęczenia* mięśnia, odprowadzenie zupełne tych produktów stanowi okres zupełnego *wypoczynku*. Zmęczenie mięśni wszakże doskonale czujemy, czucie to do świadomości naszej

dochodzić może tylko za pośrednictwem zmysłu mięśniowego; mięśnie zmęczone mogą być w zupełnym spoczynku, a jednakże przez czas dłuższy nas bołą, przez czas dłuższy ciała obwodowe elementów czuciowo-mięśniowych są w stanie silnego podrażnienia — nie może więc źródłem tego drażnienia być mechaniczny ucisk kurczącego się mięśnia, gdy ten się nie kurczy ale mogą nim być tylko produkty chemiczne nagromadzone skutkiem długotrwałej uprzedniej pracy. Gdy nadmierne nagromadzenie się w mowie będących produktów, z powodu nadmiernej pracy, nadmiernie drażni elementy czuciowe zmysłu mięśniowego i wywołuje uczucie bólu, to normalne nagromadzanie się tych produktów, przy zwykłych mniej lub więcej energicznych ruchach mięśni, wywołuje normalne mniej lub więcej wyrażone poczucie normalnego ruchu naszych mięśni.

Zmysł mięśniowy jest niezmiernej doniosłości dla treści naszego ducha, dopełnia on bardzo skutecznie wrażenia otrzymywanych za pomocą innych zmysłów. Zmysł mięśniowy jest zmysłem przestrzeni, czasu i energii. Zmysł mięśniowy bierze bardzo znaczny udział we wrażeniach otrzymywanych przez zmysł wzroku. Jeżeli oczami naszymi patrzymy na przedmioty w danym kierunku w przestrzeni będące, następnie oczy nasze zwracamy na przedmioty w innej zupełnie części przestrzeni położone — to stopień odległości jednych przedmiotów od drugich mierzymy wielkością ruchu wykonanego przy zwrocie oczu naszych przez mięśnie oczne — poczucie dokonanej pracy mię-

śniowej daje nam w tym razie wrażenie odległości. W ocenianiu odległości i bliskości przedmiotów widzianych, czyli głębokości przestrzeni, bierze również udział zmysł mięśniowy: wiadomo że im na bliżej nas położone przedmioty patrzymy, tem bardziej obie gałki oczne zwracają się ku linii środkowej twarzy, tem więcej zatem wykonywają pracy mięśnie proste gałek ocznych wewnętrzne, a my przez ocenianie natężenia pracy tych mięśni oceniamy odległość przedmiotu od naszego oka — w tym razie wchodzi także w rachunek mięsień akkomodacyjny oka, który zmienia wypukłość soczewki o czem wspominaliśmy przy zmyśle wzroku. Pomijając wszakże znaczenie zmysłu mięśniowego dla zmysłu wzroku, zmysł ten daje nam pojęcie przestrzeni nawet bez udziału wzroku. Jeżeli wyciągniętą ręką dotykamy się danego przedmiotu, następnie odsuwamy rękę i swobodnie ją po przestrzeni wodzimy póki nie napotka drugiego przedmiotu — to ilością pracy mięśniowej dokonanej przez ruch naszej ręki — mierzyć możemy odległość dwu danych przedmiotów od siebie. Połączone wrażenie przestrzeni i ruchu daje nam też wrażenie czasu. Gdy między dwoma bliższymi przedmiotami ręka nasza mniej ruchu wykonała dla kolejnego dotknięcia obu przedmiotów, między dwoma zaś odleglejszymi przedmiotami, musi w tym samym celu daleko więcej wykonać ruchu (przyjmując jednaką w obu razach prędkość) to obok pojęcia różnicy przestrzeni dzielącej dwie pary przedmiotów, narzuca się zarazem świadomości naszej różnica czasów potrzebnych do dokona-

nia krótszej i dłuższej ekskursyi naszej ręki. Mówiąc o dotyku skórnym wspominaliśmy iż zmysł ten daje nam ułamkowe poczucie przestrzeni bo tylko w granicach tej przestrzeni jaką zajmuje powierzchnia naszego własnego, nieruchomego ciała. Przez ruch kończyn naszych, przy nieporuszaniu naszego ciała z miejsca—już się granice przestrzeni nam przystępnej nieco rozszerzyły ale my wykonywując pracę mięśniową możemy zmieniać bardzo znacznie pomieszczenie ciała naszego w przestrzeni i w ten sposób jeszcze bardziej w świadomości naszej przez zmysł mięśniowy pojęcie przestrzeni uwydatnić. Zmysł mięśniowy przyczynia się tedy do stworzenia w duszy naszej pojęcia przestrzeni i czasu, a po za temi oderwanemi pojęciami, daje nam główny materiał do pojęć naszych o energii mechanicznej. Jużeśmy wspomnieli że za pomocą tego zmysłu oceniamy ciężenie przedmiotów (w części tylko zmysł dotyku skórnego przez wrażenie ucisku daje nam także pojęcie ciężenia) ale prócz tego oceniamy za pomocą tego zmysłu spojność, giętkość, sprężystość, ciągłość ciał, jak również charakter ich ruchn. Czy dany sznurek jest mocny czy słaby oceniamy przez stopień natężenia mięśniowego przy użyciu którego zdolni jesteśmy sznurek ten rozerwać; czy przedmiot dany daje się łamać czy kureczyć, czy łatwo czy trudno, oceniamy podobnież przez zmysł mięśniowy; gdy przy dowolnym skurezu jednych mięśni, w chwili wypoczynku, mięśnie wprost odwrotnie działające, bezpośrednio mimowolnemu ulegają kureczeniu się, co ma miejsce przy

wyciąganiu np. nitki gummowej, lub sprężyny, wnosimy o *sprężystości* danego ciała; gdy przy pociąganiu np. druta, wydłuża się on mniej lub więcej szybko stosownie do mniejszego lub większego natężenia naszej siły mięśniowej, ale ani nie ulega zerwaniu, ani też przy zwolnieniu naszych mięśni nie powraca do dawnych rozmiarów, wtedy nazywamy że dane ciało posiada *ciągłość*. Gdy dane ciało jest w ruchu a my usiłujemy je powstrzymać, oceniamy przez wysiłek naszych mięśni potrzebny do powstrzymania ruchu tegoż ciała, o sile jego ruchu. Zmysł mięśniowy prócz oceny przestrzeni, czasu i energii mechanicznej ciała, daje nam jeszcze właściwą miarę naszych własnych ruchów. Gdy chcemy jakiś ruch wykonać mamy cel i zakres ruchu gotowy w naszej duszy, odpowiednie też mniej więcej pobudzenie ruchowe wola nasza wysłała do danych mięśni, ale spełnianie poleceń przez wolę wysyłanych musi być pod ciągłą kontrolą zmysłu mięśniowego, inaczej nie będzie zgody pomiędzy poleceniami woli a wykonywaniem poleceń tych przez nasze mięśnie. Gdy chcemy np. przekroczyć rów szerokości łokcia, wola nasza posła przybliżonej miary polecenie do mięśni kończyny dolnej, ale wola nasza musi ściślej określić chwilę najwyższego podniesienia, odchylenia kończyny od pionu, następnie chwilę przerwania pracy mięśniowej i opuszczenia kończyny na ziemię z drugiej strony niewielkiego rowu — wola nasza potrafi rozkazy swoje kolejno we właściwych chwilach wydawać w tym tylko przypadku gdy mieć będzie świadomość jak dalece każ-

dy częściowy jej rozkaz został wypełniony, tak jak wódz bez nieustannych wiadomości z placu boju nie potrafi stosownie komenderować. Zdarzają się istotnie stany chorobowe, w których ulega sparaliżowaniu zmysł mięśniowy i wtedy najłatwiej przekonać się można jak sama wola nie może sobie dać rady z utrzymaniem w pewnym celowym łądzie ruchów mięśni. W braku zmysłu mięśniowego wola nasza kontroluje spełnianie swych rozkazów za pośrednictwem zmysłu wzroku, to też ludzie tym stanem chorobowym dotknięci np. odnośnie do kończyn dolnych, będą mogli chodzić a nawet skutecznie przekraczać lub omijać przeszkody na drodze napotykaną, gdy pilnie oczami śledzić będą za ruchem swoich kończyn, ale przy oczach zamkniętych albo w ciemności, chodzenie wszelkie stanie się dla nich zupełnie niepodobnem pomimo normalnej siły mięśni, tam gdzie trzeba nogę unieść na stopę ona się uniesie na dwie stopy i odwrotnie, zanim jedna kończyna skończy pewien miarowy swój ruch, druga zawczasie albo znowu zapóźno ruchem jej odpowie, tak że następuje najzupełniejszy chaos i bezład w ruchach obu kończyn, przy których ciało nie tylko posuwać się, ale nawet w równowadze utrzymać się nie może. Po większej części korzystamy ze zmysłu mięśniowego o tyle tylko o ile instynktownie, w niezbędnych potrzebach, nauczyliśmy się bezwiednie prawie z niego korzystać, zresztą rozwój zmysłu tego w zupełnem zwykliśmy pozostawiać zaniedbanu. A jednakże co może wprawa i kształcenie uczynić w udoskonaleniu

zmysłu, najlepiej może sprawdzić można na zmyśle mięśniowym. Uderzająca zręczność gimnastyków, a jeszcze bardziej granicząca często z nieprawdopodobieństwem zręczność żonglerów, dla których najfantastyczniejsze kombinacje ciężarów, prędkości i kierunków rzucanych i chwytanych przedmiotów zdają się najprostszymi matematycznymi formułkami — polega jedynie na wysoce rozwiniętym zmyśle mięśniowym — tak że zwłaszcza w sztukach żonglerskich, sama siła mięśni gra tylko rolę podrzędnego czynnika. W zmyśle mięśniowym tedy jak w zmysłach innych ruch cząsteczkowy protoplazmy, obwodowych ciałek elementów czuciowych, pobudzony przez processy chemiczne, pracy mięśniowej towarzyszące, przenosi się za pomocą włókien tychże elementów do komórek mózgowych i tam wytwarza świadome poczucie ruchu mięśniowego.

Zaliczyliśmy zmysł mięśniowy do szeregu zmysłów życiowych, to jest do zmysłów dla których bodźcem są zjawiska życiowe naszego własnego ustroju. Ruch naszego własnego mięśnia np. jest bodźcem dla czynności naszego zmysłu mięśniowego. Właściwie w każdym zmyśle, najbliższym bodźcem wrażenia jest zjawisko życiowe części naszego ustroju, a mianowicie pewien process fizjologiczny w obwodowych ciałkach naszych elementów czuciowych, a dalszym bodźcem pewien stosunek zjawisk świata zewnętrznego z ustrojem naszym, i my o zjawiskach tego świata

zewnątrznego sędzimy tylko ze zmian fizjologicznych w naszym własnym ustroju — czynimy to wprawdzie mniej lub więcej bezwiednie, nikomu np. nie śni się iż on zamiast widzieć świat zewnątrzny, widzi właściwie czyli raczej czuje pewne zmiany odbywające się w jego siatkówce, bardziej już skłonni jesteśmy przyznać, że dany dźwięk słyszymy i zewnątrz nas i we własnem uchu, dźwięki zwłaszcza rażące i przykre wyraźniej we własnem czujemy uchu, ale w ogóle wrażenia dźwiękowe odsełamy na zewnątrz naszego „ja”, dwie tedy grupy zmysłów mianowicie materyjalne i dynamiczne są przeważnie przedmiotowymi (smak nawet jakkolwiek ma dużo w sobie podmiotowości, przeważnie jest jednak przedmiotowym zmysłem, pomimo że nam w ustach słodko lub gorzko jednakże zwykliśmy twierdzić że cukier sprawia smak słodki, piolun gorzki). Grupa zmysłów życiowych czyli wewnątrznych jest natomiast przeważnie podmiotową, czujemy przez te zmysły daleko wyraźniej pewien szczególny stan fizjologiczny w naszym własnem „ja” na pozór niezależnie od świata zewnątrznego, ostatecznie wszakże i tu dalszym bodźcem wrażeń jest pewien stosunek zjawisk zewnątrznych do naszego ustroju. Gdy z wytężeniem wielkiem zgina my pręt, czujemy wprawdzie pracę naszych mięśni ale odnosimy wrażenie to do odporności pręta, gdy podnosimy ciężary zwłaszcza nie nazbyt wielkie, nie zwracamy nawet uwagi na podmiotowość doznawanych wrażeń ale całą zmienność tych wrażeń odnosimy bezpośrednio do różnicy wagi danych ciężarów

zmysł mięśniowy z pośród zmysłów życiowych posiada istotnie największą jeszcze przedmiotowość. Daleko ściślej podmiotowemi są trzy inne zmysły życiowe wielkiej doniosłości, które bądź co bądź zależą od wpływu świata zewnętrznego na nasz ustrój a mianowicie zmysł duszności, zmysł pragnienia i zmysł głodu.

Zasadniczą istotą życia jest ruch chemiczny, polegający na nieustającym łączeniu się pewnych ciał świata zewnętrznego z częściami składowemi ciała żyjącego, skutkiem czego ciała żyjące wydzielają z siebie wciąż produkty tych processów chemicznych, a z drugiej strony same stopniowej ulegają odnowie. Przerwanie zupełne processów tych chemicznych jest przerwaniem życia. Pierwiastki świata zewnętrznego przechodzą do naszego ciała: przez powietrze za pośrednictwem płuc, powietrze dostarcza ustrojowi naszemu koniecznego dlań *tłenu*, przez napoje które dostarczają głównie koniecznej dla ustroju *wody* i przez pokarmy które dostarczają największą część pierwiastków potrzebnych do odnowy naszych tkanek; jak wiadomo woda i pokarmy przechodzą do ustroju za pośrednictwem przewodu pokarmowego. Brak dowozu pokarmów budzi w nas wrażenie głodu, brak dowozu wody wrażenie pragnienia, brak dowozu tlenu—wrażenie duszności. A dla czego? Oto ciała czuciowe rozproszone w głębi naszego ustroju przywykłe są do tego aby były oblewane przez krew i soki zawierające w sobie jakościowo i ilościowo normalne części składowe; niedowóz pokarmów, niedowóz pó-

trzebnej ustrojowi ilości wody, niedowóz potrzebnej ilości tlenu w powietrzu zawartego, wpływa rozumie się na zmianę składu chemicznego soków w nas krążących. Otóż tak zmienione soki, jako czynnik niezwykły, nowy, niezdolny do podtrzymywania normalnego biegu processów chemicznych w naszych tkankach, zmienia też i normalny kierunek ruchu chemicznego w protoplazmie ciałek czuciowych rozproszonych w naszych organach wewnętrznych, drażni je, pobudza do niezwykłego ruchu cząsteczkowego, a ten ruch niezwykły za pośrednictwem włókien nerwowych, któremi również ciała te połączone są z komórkami mózgowymi, przenosi się do mózgu gdzie stajemy się świadomi wrażenia głodu, pragnienia lub duszności. Tak jak na powierzchni ciała naszego pewne nieznaczące zróżnicowanie ciałek czuciowych i pewne swoiste ich otoczenie sprawia to że protoplazma jednych ciałek czuciowych jest bardziej wrażliwą na dotyk mechaniczny, innych na działanie ciepła, znowu innych na gorzyc lub słodycz, tak też i we wnętrzu naszego ustroju ciała czuciowe różniąc się nieco wzajemnie budową swoją i pomieszczeniem stają się to wrażliwsze na brak pokarmu, to na brak wody, to znowu na brak tlenu. I tak uczucia głodu doznajemy przedewszystkiem w okolicy żołądka, pragnienia doznajemy w gardzieli, duszności w przedniej części klatki piersiowej. Wszystkie inne uczucia jak niedomagania, senności, liczne cierpienia chorobowe polegają na takim że samym mechanizmie, jakkolwiek nie są ani fizjologicznie, ani anatomicznie do-

statecznie skreślone, ale razem stanowią liczny bardzo szereg wrażeń, które dają nam świadomość stanu naszego własnego organizmu i które wszystkie razem zwykło się gromadzić pod ogólną nazwą zmysłu wewnętrznego.

Pamiętać wszakże o tem należy że nietylko obwodowe ciała czuciowe, ale i włókna przewodnie i same komórki mózgowe, są to żywe części protoplazmy które się odżywiają, odnawiają, słowem ulegają niezależnie od swoistych swoich czynności, ogólnemu processowi życia. Odmienione więc do pewnego stopnia soki odżywcze, zmieniając normalny ruch cząsteczkowy nietylko w ciałkach czuciowych obwodowych ale i w samych włóknach nerwowych a nawet i w komórkach mózgu wywołać mogą pewne odmienne stany naszej świadomości, pewne *poczucia* które właściwie już nie stanowią w ścisłym znaczeniu wrażeń zmysłowych. Najwyższy stopień takiej odmiany warunków zasadniczych życia, upośledzającej sprawność fizjologiczną samych komórek mózgowych, więc komórek których władzą normalną jest właśnie wytwarzanie świadomych wrażeń zmysłowych, prowadzi owszem do utraty świadomości wszelkiego wrażenia zmysłowego, czyli mówiąc krócej do utraty wszelkiej świadomości — stan ten może być przemijającym lub stać się w części trwałym — lub w całości trwałym co następuje ze śmiercią organizmu. Do rzędu takich poczuć zaliczać też można wrażenia zmysłowe rodzące się w świadomości naszej bez zewnętrznego pobudzenia, czysto podmiotowo czyli

normalną pracę wyobraźni naszej lub chorobliwe jej zбочenia występujące pod postacią tak zwanych złudzeń i omamów czyli hallucynacyj i illuzyj. Jedne objawy z zaznaczonych w tej chwili są w bardziej ścisłym, inne w bardziej odległym związku z tem pojęciem *poczucia* jakie tylko co nakreśliśmy—przedmiot ten wszakże leży po za sferą kwestyi wrażeń zmysłowych w ściślejszem jej znaczeniu i dla tego zupełnie ją pominąć tu musimy; a tylko jeszcze raz zaznamy że więc i czynność zmysłów wewnętrznych w ściślejszem znaczeniu, polega na podrażnieniu obwodowych ciałek elementów czuciowych, czyli na wywołaniu w nich pewnego ruchu cząsteczkowego, który przenosi się do części mózgowej tychże elementów i tam wywołuje świadome wrażenie pewnych stanów odmiennych w naszym organizmie — który w całości, jak to już powiedzieliśmy, uważać można za cząstkę świata zewnętrznego w stosunku do naszych organów świadomości zawartych w mózgu. I tu tedy jak we wszystkich zmysłach widzimy że zjawisko *wrażenia zmysłowego* w człowieku jest to pewien ruch cząsteczkowy w protoplazmie, wywołany przez czynniki zewnętrzne, podobnie jak zjawisko *wrażenia* w protoplazmie komórki pierwotnej np. u ameby.

Tak tedy natknęliśmy znowu na kwestyją pierwszorządnej dla nas wagi, a mianowicie na kwestyją analogii władzy czucia u ameby i u człowieka, na

kwestycją tożsamości istoty władzy uczucia w całym olbrzymim szeregu istot uorganizowanych na podstawie którego znajdują się pojedyncze, na pozór bardzo proste grudki protoplazmy, na którego szczycie dumne podnosi czoło — człowiek.

Zaznaczyliśmy wyżej (str. 21) że do cech charakterystycznych wrażliwości w najprostszych jej przejawach, a mianowicie u najpierwotniejszych istot żyjących należy: 1) *Znikomość* szybka wrażeń po krótkotrwałych pobudzeniach, czyli odrabianie się zmian przez bodziec wywołanych. 2) *Zmęczenie* czyli wyczerpywanie się wrażliwości po zbyt często powtarzanych lub zbyt silnych pobudzeniach pociągające za sobą konieczność odpoczynku, pod karą stałego zniszczenia wrażliwości. 3) *Przyzwyczajenie* czyli przystosowywanie się wrażliwości do jednostajnie i trwale działających czynników, wymagające aby w czynnikach trwale pobudzać mających, następowały pewne odmiany bez których następuje zubożenie wrażliwości na dany czynnik.

Tylko te przelotne pobudzenia mechaniczne, które nadmiernie silnie działając pozostawiają pewne mniejsze lub większe zboczenia chorobowe w skórze naszej — pozostawiać mogą dłużej trwające wrażenie mniej lub więcej przykre kłucia, ciśnienia, rwania, swędzenia i t. d. zwykle wszakże przelotne pobudzenia dotykowe wywołują też przelotne wrażenia dotykowe. Obracając jakąś bryłę w palcach oceniamy jej kształt i powierzchnię w ten sposób że w jednym miejscu czujemy powierzchnię gładką, w innym chro-

powatą, tu krawędź tam wklęsłość lub wypukłość, tu znowu wystający kąt brylowy i t. d. i t. d. gdyby ruch cząsteczkowy wywołany w protoplazmie naszych obwodowych ciałek dotykowych przez właściwe mechaniczne pobudzenia nie układał się natychmiast do stanu normalnego, nie moglibyśmy w pamięci naszej zachować pojedynczych czystych wrażeń od pojedynczych odmiennych pobudzeń—ale ucisk doznany w palcu naszym od krawędzi, trwał by jeszcze w chwili gdy po obróceniu bryłki palec spoczywałby na gładkiej polerowanej powierzchni — a wrażenie gładkości przetrwałoby czas w którym chropowatość by się znajdowała pod palcem naszym—słowem byłby chaos wrażeń któryby się weale nie dał użyć do *poznania* rzeczy. Znikomość tedy i to szybka wrażeń cechuje nasz zmysł dotyku, to samo się odnosi do zmysłu smaku i powonienia. Wrażenie goryczy może jest nieco trwalsze od innych wrażeń smaku, ale chyba każdy wie z doświadczenia własnego jak szybko po sobie mijają i odmieniać się mogą wrażenia smakowe nie tylko gdy się rozkoszujemy, uczta z wielu potraw się składającą, ale gdy jedną skomplikowaną spożywamy potrawę w której niby bogata mozaika zmieniają się obok siebie i po sobie rozliczne wrażenia smakowe i węchowe. Już to o znikomości wrażeń słuchowych nawet zbyt częstym byłoby wspominać. Nadmieniliśmy w swoim miejscu że słuch ocenić jest w możności pauzy pomiędzy następującymi po sobie tonami, wynoszące mniej niż dziesiąte części sekundy, to znaczy że w tym krótkim czasie ruch czą-

steckkowy wywołany w zakończeniu obwodowem elementu czuciowego słuchu, po umilknięciu danego brzmienia, już miał czas powrócić do spoczynku, by przez nowy ton znowu być wskrzeszonym. Pomyślmy tylko ile następujących po sobie wrażeń słuchowych rodzi się i znika gdy słuchamy utworu muzycznego granego w tempie „praestissimo”, tu wszakże odmienne końcówki czuciowo-słuchowe ulegają kolejnemu pobudzeniu, gdy słuchamy wszakże dźwięczenie dzwonka elektrycznego lub głos grzechotki szybko obracanej, to jedne i te same elementy słuchowe w krótkich niepomiarne okresach czasu przechodzą od zera do maximum pobudzenia. Mówiąc o zmysle wzroku zaznaczyliśmy jak szybko (jakkolwiek w pewnych granicach) odrabiają się zmiany chemiczne ciał wzrokowych siatkówki, wywoływane pod wpływem promieni świetlnych i jak szybko rodzą się i giną pobudzenia w laseczkach i czopkach elementów czuciow-wzrokowych. Bez tej znikomości wrażeń wzrokowych zmysł wzroku również nie dawał by nam materiału do *poznania* jakkolwiek mógłby nam dawać pewne chaotyczne wrażenia światła i ciemności. Mniejsza nieco jakkolwiek wydatna bardzo jest znikomość wrażeń cieplikowych. Z pośród zmysłów życiowych czyli wewnętrznych, odznaczających się większem lenistwem zarówno w powstawaniu jak i w znikaniu wrażeń największą znikomością doznawanych wrażeń odznacza się zmysł mięśniowy. Słowem, tak jak galeretowata, protoplazmatyczna masa jakiegokolwiek pierwotniaka zwierzęcego, pod wrażeniem nakłucia,

czy zetknięcia z jakimkolwiek niezbyt silnym bodźcem chemicznym, czy też pod wrażeniem chwilowego wpływu wysokiej temperatury, prądu elektrycznego, lub silnego światła, ulega skurczowi, który po chwili mija — co dowodzi że i wrażenie które skurczu tego było przyczyną już znikło, że więc zmiany przez dany bodziec wywołane, uległy wyrównaniu, słowem: tak jak wrażliwość pierwotnej protoplazmy odznacza się znikomością — tak samo cechuje się własnością znikomości, wrażliwość ludzkich zmysłów.

Nazbyt silne lub nazbyt często powtarzane pobudzenia wywołują zjawisko zmęczenia czyli wyczerpania wrażliwości.

W zmyśle dotyku trudno znaleźć dowody na zmęczenie wywołane zbyt silnym pobudzeniem — dla tego że bodźce mechaniczne dochodzące do pewnego napięcia stają się niszczącymi w szerszym znaczeniu tego wyrazu bo nie niszczą tylko wrażliwości ciałek dotykowych ale wprost niszczą budowę czyli raczej wywołują zmiany chorobowe w budowie całości tkanek naszych powierzchniowych. Zbyt silne uderzenie wywołuje zmiążdżenie części miękkich, lub ich zapalenie, przekrwienie, obrzmienie i t. p. Wrażenia jednakże dotykowe w najwyższym swoim napięciu więc wrażenia bolesne posiadają bądź co bądź własność wyczerpywania się. Każdy ból dochodzący do najstraszniejszego cierpienia, po krótszem lub dłuższem trwaniu, na pewien przynajmniej czas ustaje, pomimo że przyczyna wywołująca go nie została usunięta, ustaje by po chwilowej pauzie, po wypoczynku, z tem

większą gwałtownością na nowo się odezwać. Zre-sztą pewne stępienie uczucia na zbyt często powtarza-ne pobudzenia dotykowe, można bardzo często spo-strzegać, powiadamy stępienie nie zaś przyzwyczajenie o którym poniżej mówić będziemy. Odróżnić tu także należy częstość odpowiednią przy odpowiednim natężeniu wrażeń która owszem działając jako wpra-wa podnosić nawet może wrażliwość na dane czyn-niki np. wprawa kassyerów w ocenianiu przez do-tyk fałszowanych banknotów i t. p. Dzieci często pod-legające karom cielesnym, stają się stanowczo mniej wrażliwymi na bolesność razów — pomimo że częstość tych kar nie dochodzi znowu do takiego stopnia by wywołać mogła przystosowanie się i zupełne zuboże-nienie wrażliwości na w mowie będące bodźce doty-kowe. Nawet przy jednorazowo wymierzanej karze jeżeli tylko siła i częstość uderzeń nie doprowadza do głębszych uszkodzeń które wywołują coraz to nowe bodźce bolesne, pierwsze uderzenia są stanowczo bar-dziej dotkliwymi aniżeli następne w obce których wyrodziło się już pewne przytępienie wrażliwości. Wogóle wchodzą tu w grę bardzo liczne warunki, które wklajają w tym razie prawo ogólne wyczerpy-wania się wrażliwości zmysłowej. Jakkolwiek wy-rażne bywa wyczerpywanie się zmysłu smaku, skut-kiem czego użycie nadmiaru rzeczy słodkich stanow-czo wywołuje zmniejszenie natężenia uczucia słody-czy, a nadmiar goryczy staje się w końcu znacznie mniej przykrym, to jednakże nierównie bardziej u-wydatnioną jest własność szybkiego wyczerpywania-

się wrażliwości w dziedzinie wrażeń węchowych. Każdy chyba zauważył na sobie jak szybko tracimy poczucie najprzykrzejszej nawet woni, gdy przez stosunkowo czas bardzo krótki znajdujemy się w atmosferze wypełnionej daną wonią; nieraz pozbawieni jesteśmy zupełnie poczucia jakiegokolwiek woni w pokoju, dopiero świeżo wchodząca osoba wyraża zdziwienie swoje że tak dotkliwie woniejącą atmosferę obojętnie znosimy. Wiadomo do jak wysokiego stopnia przytępienia dochodzi wrażliwość węchowa na wyziewy siarkowodoru amoniaku i innych lotnych substancyj np. u czyszcicieli kanałów i tym podobnych zbiorników—nie jest to objaw przyzwyczajenia przystosowania się o którym niżej mówić będziemy—gdyż ludzie ci bądź co bądź nie bez przerwy podlegają w mowie będącym bodźcom węchowym — ale jest to objaw wyczerpania wrażliwości zmysłowej na dane czynniki. W dziedzinie wrażeń słuchowych znanem jest wyczerpanie się wrażliwości słuchowej np. u kanonierów z powodu zbyt silnych i częstych pobudzeń słuchowych. Zbyt gwałtowne działanie promieni świetlnych bardzo łatwo wyczerpuje wrażliwość siatkówki a przydługoo działający blask oślniewający może na zawsze pozbawić wrażliwości elementy czuciowzrokowe. Ale dowodów na wyczerpalność wrażliwości wzrokowej nie potrzebujemy koniecznie szukać aż w oślepiającym działaniu nadmiernego blasku. Jeżeli na czarnem tle pomieszczonem będzie małe białe pole i długo w to pole wpatrywać się będziemy, następnie rzucimy wzrokiem na całkowite białe tło, to

śród tego tła białego zobaczymy pole ciemne które odpowiadać będzie kształtem poprzedniemu polu białemu. Ciemnym to pole wyda się nam dla tego że na tem miejscu siatkówki uległy zmęczeniu elementy czuciowe, z powodu poprzedniego długiego wpatrywania się w białe pole śród czarnego tła, przyczem reszta siatkówki patrząc na czarne tło była w zupełnem spoczynku. Dowody męczenia się wzroku znajdujemy także w pewnych złudzeniach wzrokowych mianowicie w sferze barw. Widzieliśmy, mówiąc o zmyśle wzroku, że posiadamy w siatkówce naszej osobne zakończenia nerwowe posiadające wrażliwość wyłącznie na barwę czerwoną, osobne i wyłączne dla barwy zielonej i osobne i wyłączne dla barwy niebiesko-fioletowej. Otóż zmęczeniu może uleść tylko jeden z trzech tych szeregów elementów czucio-wzrokowych, gdy zbyt długo lub zbyt gwałtownie podlegał pobudzeniu. Jeżeli np. przez czas dłuższy spoglądać będziemy na mocny kolor czerwony, następnie zaś spojrzymy na kolor biały który jak wiadomo składa się z trzech zasadniczych barw a mianowicie z czerwonej, zielonej i niebiesko-fioletowej, to ponieważ elementy czuciowe wrażliwe na barwę czerwoną, uległy wyczerpaniu, zmęczeniu — przeto w kolorze białym widzieć teraz będziemy tylko ko barwę zieloną i niebiesko-fioletową przedstawi nam się więc kolor biały w odcieniu niebieskawo-zielonym. Widzieliśmy że zmysł ciepła zostaje pobudzonym tylko przez zmianę temperatury — jest to więc zmysł, który z istoty swojej posiada w wysokim stopniu własność, przystosowywania się, przyzwyczajania,

o której to własności za chwilę mówić będziemy. Zmysł ten wszakże posiada też i własność wyczerpywania się. Jakkolwiek na razie wzrasta wrażliwość na zmiany cieplikowe przy gwałtownych zmianach otaczającego nas ciepła, to jednakże po chwili wrażliwość ta staje się w wysokim stopniu przytępioną. Każdy może się o tem przekonać w zakładzie kąpielowym w którym obok pokojów ogrzewanych parą lub powietrzem gorącym, znajdują się prysznice i sadzawki z wodą różnej temperatury. Zrazu przechodzenie z jednej ciepłoty w drugą jest istotnie bardzo dotkliwem, jeżeli wszakże kilkakrotnie zmieniać będziemy wpływ otaczającej nas ciepłoty, nastąpi dziwne zubożenie na wpływy cieplikowe, tak że z całą przyjemnością i swobodą nurzać się będziemy w sadzawce z wodą tak zimną, że w każdym innym przypadku wywołała by kąpiel taka zacięcie oddechu i gwałtowne usiłowanie jaknajszybszego z niej wydobycia się. Również temperaturę wysoką rzymskiej lub parowej łaźni znosić będziemy z dziwnem względnie beczuciem. Jest to po prostu zmęczenie się, wyczerpanie wrażliwości zmysłu cieplikowego. Zmęczenie zmysłu mięśniowego również daje się spostrzegać. Nie mówimy o tem uczuciu bolesnego zmęczenia które idzie w parze z wyczerpaniem się samych mięśni, w bardzo wysokich bowiem stopniach takiego zmęczenia nie może się wydatnić wyczerpanie się wrażliwości ruchów mięśniowych, gdyż same ruchy te ustały, w niższych znowu stopniach tak zwanego zmęczenia mięśni, poczucie ruchów mięśniowych jest

wprawdzie bolesnem ale jest zupełnie wyraźnem, nie można więc tu mówić o wyczerpaniu się wrażliwości na ruchy mięśni naszych. W pewnych wszakże warunkach pracy mięśniowej, zwłaszcza w ruchach mięśni bardziej skomplikowanych, po dłuższej pracy dochodzimy do tego że wprawdzie mniej nam dokucza bolesność zmęczenia, ale tracimy panowanie nad ruchami naszych mięśni. Po dłuższem graniu na fortepianie pomyłki w poruszaniu właściwem palcami stają się coraz częstszymi, po dłuższem pisaniu litery stają się mniej kształtnymi, wytrawny nawet tancerz po zbyt dużym wysiłku, stawiać zaczyna pas z mniejszą precyzją i coraz częściej błędnie, czem dotknięty zmysł jego krytyczno-estetyczny, każe mu zaprzestać popisu nie z powodu zupełnego zmęczenia siły mięśniowej, lub czynności oddechowej, ale wrażliwości zmysłu mięśniowego — skutkiem czego traci kontrolę nad własnymi poruszeniami. W patologii znanem jest cierpienie, przy którym następuje zupełne *zniszczenie* zmysłu mięśniowego dla pewnych grup mięśni, w skutek czego przy zachowanej sile normalnej ruchów następuje zupełny ich bezład. Otóż ten mimowolny bezład ruchowy jest cechą charakterystyczną zmęczenia, wyczerpania się zmysłu mięśniowego po nadmiernej pracy—usuwa go zupełnie wy-poczynek. Co do innych zmysłów życiowych to i tu spostrzegać się daje prawo wyczerpywania się wrażliwości zmysłowej, i wskrzeszania się tejże po odpoczynku. Nie we wszystkich dziedzinach naszych wrażeń wewnętrznych z równą łatwością daje się to spo-

strzegać. Wszakże z własnego doświadczenia mało kto chyba nie miał sposobności przekonania się że uczucie głodu, przy wstrzymanym dowozie pokarmów, zrazu wprawdzie coraz bardziej się wzmaga, staje się nawet gwałtownie dolegliwym, niezaspokojone jednakże, po pewnym czasie traci na swem natężeniu a nawet dochodzi do zupełnego niemal zubożenia—aby po pewnym czasie przy trwającym niedowozie pokarmów, przy zwiększającej się więc nienormalności naszych soków, więc pod wpływem wznagającego się bodźca, na nowo z całą gwałtownością się odezwać i na nowo po krótszym lub dłuższym czasie wyczerpać się—zmniejszając tym sposobem cierpienie głodu. Nie chcemy wcale przeczyć doniosłości męki głodowej zwłaszcza w późniejszych jego okresach, ale nie ulega wątpliwości, że prędzej lub później, w każdym razie w znacznej jeszcze odległości od śmierci głodem wywołanej, następuje zupełne i stanowcze wyczerpanie się poczucia głodu — a objawy chorobliwe cechujące się gorączką, drgawkami i t. d. prowadzące, jeszcze przez dni często długie, do śmierci, przebiegają przy zupełnej apatii odnośnie do poczucia głodu.

Cośmy powiedzieli o wrażliwości głodowej odnosi się również do wrażliwości pragnienia i duszności, w ogóle zresztą do całego szeregu zmysłów życiowych. Wyczerpywanie się wrażliwości zmysłowej jest zresztą jednym z najcenniejszych darów natury, bo stanowi ono często jedyne zbawienie w cierpieniach. Widzimy tedy że jako ameba która na uderzenia elektryczne odpowiada kurczeniem się, zbyt

często jednak uderzana prądem elektrycznym, kureczyć się zaprzestaje jakkolwiek życie w niej nie zagasło, ale tylko wrażliwość jej na dany czynnik została wyczerpaną, uległa zmęczeniu, które po stosownym odpoczynku ustąpi miejscą powróconej wrażliwości, tak samo człowiek w każdej bez wyjątku dziedzinie swojej wrażliwości zmysłowej podlegać może wyczerpaniu się, zmęczeniu, które pod wpływem stosownego wypoczynku ustępuje wskrzeszonej wrażliwości.

Pod wpływem zbyt jednostajnie działającego bodźca następuje przyzwyczajenie i przystosowanie się czyli zubożenie wrażliwości.

Zmęczenie od przyzwyczajenia tem się różni, że w pierwszym przypadku aparat zmysłowy pod wpływem bodźców traci na swej żywotności, staje się niejako chorym chwilowo, a stan ten chorobliwy grozić może przejściem w zupełne zniszczenie gdy bodziec we właściwym czasie nie zostanie usuniętym, w drugim przypadku natomiast to jest przy przyzwyczajeniu aparat zmysłowy nic ze swojej żywotności nie traci, nie też nie grozi jego zdolności czuciowej—trzeba tylko pewnej zmiany w samym bodźcu, aby tenże na nowo mógł wywołać wrażenie. Na najdłużej nawet trwające bodźce w tym razie, zmysł dany stawszy się głuchym z głuchoty tej w każdej chwili ocknąć się może jeżeli tylko odpowiednia zmiana w samym bodźcu zajdzie.

Liczne można przytoczyć przykłady z życia codziennego, dla wykazania zdolności przyzwyczajania się zmysłu dotyku do trwale działających bodźców.

Gdybyśmy np. dzikiego mieszkańca Afryki środkowej którego jedyną odzieżą jest skóra własnego jego ciała, odziali w ubiór Europejczyka, to pomijając psychologiczną stronę przykrości jaką by mu ta przymusowa odzież czyniła, nie ulega wątpliwości że wysoka i istotną sprawiałoby mu przykrość drażnienie dotyku skór nego, tarcie m i uciskiem szat wywołane. Proszę zresztą włożyć Europejczykowi na nagą skórę, przyzwyczajoną do zetknięcia z gładką powierzchnią płótna cienkiego choćby tylko koszulkę flanelową—dla wielu osób będzie ona nieznośną, dla wszystkich przez pierwsze dni wysoce przykrą — a wszakże ci wszyscy którzy od dłuższego czasu okrywają ciało swe bezpośrednio flanelą, zupełnie nie czują ani tego tarcia, ani swędzenia jakie kosmki sprężyste wełny, na ciele nieprzyzwyczajonem do ich wpływu, wywołują. Właściwie, osoby noszące wciąż wełnę na sobie nie czują wcale zetknięcia ciała z wełną, jak inni nie czują zetknięcia z płótnem, bawełną, skórą, futrem i t. d. bo odzież jest bodźcem trwale i jednostajnie działającym. Po większej części nie czujemy pierścionków na palcach, gdy je ciągle nosimy, wszakże świeżo włożony pierścionek, przez dłuższy czas ciągle się przypomina, a osoby mniej cierpliwe i wytrwale, nie mogą się doczekać przyzwyczajenia i pierścionków nie noszą—bo ich, jak twierdzą, znosić nie mogą. Nie czują osoby przyzwyczajone do tego, ciśnienia okularów na nosie, gorsetów na tułowiu, ciężkich fryzur na głowie, lub obuwia obcisłego — nie przyzwyczajone do tych bodźców od-

znaczą się wielką na nie wrażliwością. A czyliż więzień nie nawyka do kajdan, które długie lata na sobie dźwiga!?... W zmysle smaku i powonienia, przyzwyczajenie również bardzo się uwydatnia. Potrawy codziennie spożywane słabo tylko pobudzają zmysł smaku. Potrawy których dawno nie kosztowaliśmy wydają nam się daleko bardziej uposażone we właściwości smakowe. Kto codziennie spożywa mięso pieczone ani wyobraża sobie o ile bogatszą treść pod względem pobudzeń smakowych i węchowych znajduje w temże mięsie ten dla którego potrawa ta jest potrawą odświętną; jak z drugiej strony myli się kto sądzi iż nędzarz używający jako codzienną i prawie wyłączną strawę chleba razowego, znajduje w nim ten właściwy bukiet smaku i aromatu, który drażni zmysły smakosza, spożywającego małe ilości tego pożywienia w chwilach kaprysu. Ponieważ czynność żywienia się musi na mocy konieczności fizjologicznej być związaną z pewnem uczuciem rozkoszy zmysłowej, przeto też instynktownie człowiek dla podtrzymywania nieprzerwanej energii pobudzeń smakowych wprowadził do pokarmów swych tak zwane przyprawy i używki które w wysokim stopniu urozmaicają smak i aromat potraw, czem chronią zmysł smaku od przyzwyczajenia się, od zubożenia jego wrażliwości coby nastąpiło ze stanowczą szkodą całej sprawy odżywiania się. Znane są również fakty przyzwyczajenia się zmysłu słuchu do jednociągłych lub jednostajnie rytmicznych pobudzeń. Wiadomo że zegarmistrze w pracowniach swoich tracą wrażliwość na po-

wtarzający się bez końca tik tak zegarów, nagle umilknięcie tych ostatnich zdołałoby raczej wywołać zmianę w ruchu cząsteczkowym protoplazmy elementów uczucio-słuchowych, zmianę, któraby na siebie zwróciła uwagę zegarmistrza. Stojąc przez czas dłuższy w pobliżu olbrzymich wodospadów, których łoskot nas niemal ogłusza, można zauważyć chwile w których nam się zdaje że zupełna nas otacza cisza, zajęcie przytem innych zmysłów odrywa zmysł słuchu od czujności, ale wraz z budzącą się na nowo czujnością słuchu, na nowo uderza nas łoskot spadającej wody. Osoby świeżo wchodzące do wnętrza fabryk czują się wprost oszołomione warczeniem kół, hukiem młotów, stukiem warsztatów i t. d. wewnątrz fabryki czyni na nie wrażenie wprost piekła nieznośnego, gdy pośród rażącego nowoprzybyszów chaosu tego szmerów i łoskotów, robotnicy zdają się być otoczeni milczeniem łagodnem stepu. Że zmysł wzroku ulega przyzwyczajeniu, zdawałoby się na pozór wątpliwem. Przez całe życie patrzymy na to samo światło słońca, na te same mniej więcej powtarzające się ciągle barwy, a wszakże pomijając zmiany starcze naszych oczu, widzimy jednako przez całe życie i nie obojętniejemy dla wrażeń świetlnych. Pomimo to fakt przyzwyczajania się do jednostajnie działających bodźców świetlnych i pewnego zobojętnienia pod tym wpływem wrażliwości wzrokowej, przy bliższem rozpatrzeniu pewnych okoliczności wychodzi stanowczo na jaw. Wzrokową wrażliwość naszą pobudza każda *zmiana* zarówno w natężeniu promieni świetlnych

padających na siatkówkę oka jak i w jakości tych promieni to jest zmiana w ich barwach. Razi nas więc przechodzenie z pod wpływu obfitszego światła pod wpływ bardziej skąpego i odwrotnie. Każdy zauważył zapewne że wchodząc ze światła dziennego zwłaszcza w jasny dzień słoneczny do komory, do której światło zaledwie małemi wpada otworami, zrazu uderza nas zupełna ciemność, po pewnym czasie wszakże zdaje się ciemna pierwotnie komora rozwidniać, i w końcu światło komory tej wydaje nam się zupełnie wystarczającym, prawie normalnem; rozeznajemy w niem wszystkie przedmioty, kształty ich i barwy. Siedzącemu czas dłuższy w szarej ciemnicy skąpa jasność otaczająca go wydaje się tak samo wystarczającą jak jasność dzienna znajdującemu się pod gołem niebem, w jednym i drugim razie następuje przystosowanie się wrażliwości wzrokowej, do bodźca jednostajnie działającego—nie jesteśmy w stanie ocenić absolutnego natężenia światła, gdy natężenie to przez czas dłuższy bez zmiany na nas wpływa. Łagodne dla innych światło dzienne dla wychodzącego z miejsca słabo oświetlonego, staje się rażącym jak na odwrót przerażającą ciemnością wydaje się półcień dla wchodzącego ze światła dziennego do słabo oświetlonego miejsca. Przyzwyczajonemu do pisania przy łójówce jednej, nieprzyjemnie zrazu jest pisać przy świetle dobrej lampy naftowej, która zbyt olśniewa, a światło wielu płomieni gazowych wydaje nam się jeszcze oświetleniem skąpem, gdy przez czas dłuższy byliśmy pod wpływem światła elektrycznego.

Co mówiliśmy odnośnie do natężenia światła, stosuje się i do jego rodzajów t. j. do różnych barw. Pozostając przez czas dłuższy pod wpływem oświetlenia ze słabym tonem jakiegokolwiek barwy, tracimy w końcu świadomość tego tonu barwnego. Bywają światła z odcieniem żółtawem, inne z odcieniem niebieskawem potrzeba z pod wpływu jednego przejść choćby na chwilę pod wpływ drugiego, aby dopiero powróciwszy do pierwszego zostać uderzonym właściwością jego barwy. Nie ulega wątpliwości że gdyby człowiek ze swoim zmysłem wzroku, postawiony był wśród przestrzeni w której rozlane byłoby jednostajne światło nie zmieniające nigdy ani natężenia swojego ani barwy — człowiek ten byłby w zupełności pozbawiony świadomości światła — zupełnie tak samo jak gdyby w absolutnej pograżony był ciemności. Pomiędzy światem zewnętrznym a protoplazmą jego elementów czucio-wzrokowych ustaliło by się stałe i niezmiennie ogniwo zjawisk, które wszakże z powodu swej stałości i niezmienności nie dawałoby żadnego materiału dla świadomości. Właśnie ta ciągła bezustanna zmiana światła, cieniów i barw chroni zmysł nasz wzrokowy od zubożenia dla zjawisk świetlnych i podtrzymuje dożywnością jego energiją. Wspominaliśmy już o wielkiej zdolności przyzwyczajania się do stałych bodźców, zmysłu cieplikowego. Zmysł mięśniowy właśnie dla tego dopiero dzięki głębszej analizie fizyologicznej, został niejako odkryty, że w zwykłych naszych ruchach mięśniowych, podlega tak dalece prawu przyzwyczajania się, że wrażenia

jego zupełnie niemal wymykają się świadomości naszej i tylko przy bodźcach niezwykłych, przy ruchach natężonych, przy dźwiganiu większych ciężarów, wrażliwość tego zmysłu się uwydatnia. Większa część zmysłów wewnętrznych objawia wrażliwość swoją w warunkach nienormalnych, chorobliwych, dla tego że processy nasze życiowe w stanie zdrowia, z taką niemal matematyczną miarowością się rozwijają, że tu prawo przyzwyczajania, przystosowania się wrażliwości do stale i niezmiennie działających bodźców, ma najbardziej sprzyjające warunki uwydatnienia się. Dla tego wrażliwość zmysłu powietrza objawia się przy braku powietrza jako *dusznosc* a nie przy jego normalnej obfitości, podobnież ujemny charakter posiada zmysł *pragnienia*, dla tego wydatniejszym jest zmysł pokarmów jako zmysł *głodu* aniżeli jak zmysł *sytości* i t. d. i t. d. Dla tego w ogóle nie posiadamy w stanie zdrowia świadomości processów życiowych naszych narządów wewnętrznych, ale posiadamy ją często, niestety aż nadto, w stanie choroby. Słowem widzimy że we wszystkich dziedzinach naszej wrażliwości zmysłowej spotykamy tę cechę która się zaznacza, gdy np. prostą amebę pogrążamy w lekki roztwór soli — zrazu kureczy się ona lecz po pewnym czasie przyzwyczajają się do tego bodźca, i tylko dodanie nowej ilości soli do roztworu, może ją na nowo do skureczu pobudzić — następuje więc w tem pierwotnem, objawie wrażliwości — przyzwyczajenie, utrata wrażliwości na czynnik działający jednostajnie i trwa-

le, więc ta sama cecha jaką spotykamy we wrażliwości zmysłowej u człowieka.

Przekonywamy się zatem że nie tylko te same czynniki świata zewnętrznego, wywołują zjawisko wrażenia zmysłowego zarówno u człowieka, jak i w najprostrzym tworze ożywionym, bo w pojedynczej komórce organicznej, ale że i jednakie cechy zasadnicze, charakteryzują wrażliwość wszystkich istot świata zwierzęcego, od ameby do człowieka. To prawda, że nie znamy bliżej istoty zjawiska wrażliwości, nawet w grudce protoplazmy, ale jak to już wyżej zaznaczyliśmy, jestto istotny postęp nauki, prawdziwe wiedzy naszej wzbogacenie, że poznaliśmy, że wrażenia zmysłowe, które karmią naszą wyobraźnię i nasz rozum, i stanowią w rezultacie najwyższą dumę człowieka, nie są zagadką nową, bo są powtórzeniem tylko, tego że się tak wyrazimy, pomysłu ide twórczej świata, który ona w ogólnym zarysie urzei-czywistniła już w prostej komórce organicznej.

W jaki sposób ciało nasze odczuwa wpływ tego świata, który je otacza? W jaki sposób duch rozczytuje się w tej różnorodnej świata tego treści? W jaki sposób i o ile my poznajemy świat zewnętrzny, na czym polega czynność zmysłów? Oto pytania które postawiliśmy sobie na początku niniejszej pracy, obiecując sobie zaraz z góry, w części tylko przybliżyć się do ich rozwiązań. Widzieliśmy tedy, że w każdej bez wyjątku dziedzinie odczuwanych przez

nas wrażeń, istota tego odczuwania polega na bezpośrednim wywołaniu przez czynniki zewnętrzne, ruchu cząsteczkowego w protoplazmie naszych elementów czuciowych, że ciało nasze posiada specjalne przyrządy, umożliwiające skuteczne zetknięcie się rozlicznych czynników świata zewnętrznego z elementami czuciowemi, że też elementy są w budowie swojej odpowiednio zróżnicowane tak, aby jedne zdolne były przyjmować pobudzenia od bodźców pewnej kategorii, inne znowu od bodźców innej kategorii i t. d. Widzieliśmy że zdolni jesteśmy te tylko kategorie zjawisk, bezpośrednio przez wrażenia zmysłowe poznawać, dla których posiadamy odpowiednio przygotowane przyrządy zmysłowe, że prawdopodobnie kategorii zjawisk w świecie zewnętrznym jest daleko więcej, i gdybyśmy posiadali więcej zmysłów, posiadalibyśmy obce nam teraz w zupełności pojęcia, czego dowodem jest odkrycie zjawisk elektryczności i magnetyzmu, dla których to kategorii zjawisk, tak jak one w naturze występują, nie posiadamy wcale zmysłowych odbieralników i tylko przez towarzyszące im zjawiska w naturalnych, a jeszcze bardziej w sztucznych warunkach, pojęcia pewnego o nich nabieramy. Widzieliśmy w końcu że ciało nasze odczuwa na tej samej zasadzie wpływy świata zewnętrznego, na jakiej odczuwa je każdy twór w szeregu istot ożywionych. Wszakże śmiesznem byłoby nawet porównywać człowieka, pod względem bogactwa wrażeń jego zmysłowych, a jeszcze bardziej pojęć bezpośrednio z wrażeń tych wywołanych, z niższemi twórcami szeregu zwie-

rząt. Przychodzimy do pytania: w jaki sposób duch rozczytuje się w tej różnorodnej świata tego treści? Sama forma tak postawionego pytania jest bardzo nie ścisłą, jest ona raczej popularną tylko, i dla tego tak pytanie to postawiliśmy. Odpowiedź na to pytanie będzie jednocześnie poprawką samego pytania. Duch nasz jest najogólniejszą syntezą wszelkich wrażeń zmysłowych, jakie ze świata zewnętrznego do naszego ja przechodzą. Potęga duchowych władz rośnie więc w miarę wzrostu doskonałości wrażeń zmysłowych, z drugiej wszakże strony, wzrost siły duchowej jest jednym z najbardziej wpływowych czynników w rozwoju dokładności i bogactwa zmysłowych wrażeń. Widzieliśmy, że w pierwszych formach zwierzęcych, ruch cząsteczkowy substratu czucia przechodzi bezpośrednio w ruch cząsteczkowy substratu ruchu, w wyższych formach ulegają coraz większej dyferencyjacji form zewnętrznych i budowy wewnętrznej substraty czucia i ruchu, protoplazma czuciowa i protoplazma kurczliwa, system nerwowy z dodatkowymi częściami i system mięśniowy z rusztowaniem kostnym. U zwierząt z większym rozwojem mechanizmu ruchowego, dane pobudzenie zmysłowe wywołuje daleko większy efekt ruchowy — ruch wpływa na zmianę położenia i miejsca zwierzęcia a wraz z niem, całego aparatu czuciowego, który w ten sposób oddala się od czynnika zewnętrznego i najczęściej bezpośrednio natrafia na wpływy inne, lub też zbliża się do niego i w ten sposób podlega silniejszemu jego wpływowi. Ruchli-

wość zwierzęcia bardziej obszerna i różnorodna, wpływa więc na większą różnorodność pobudzeń zmysłowych daje większy materiał porównawczy dla czynności rozumu. W wyższych formach zwierzęcych, przez wielki rozwój ośrodkowych komórek mózgowych, wzrasta pamięć wrażeń raz doznanych; wzrasta także ilość ruchów wykonywanych nie jako odruchy pod bezpośrednim wpływem pobudzeń czuciowych, ale jako ruchy dowolne pod wpływem zapamiętanych wrażeń. Ruchy dowolne jeszcze bardziej urozmaicają wpływ czynników zewnętrznych zarówno na zmysł jeden, jak również kolejno lub współcześnie na zmysły różne—co daje możność mnożenia i urozmaicania do nieskończoności, wpływ u czynników zewnętrznych na zmysły i do odnajdywania pewnych zależności wzajemnych tychże wldywów, a więc daje możność lepszego poznania natury zjawisk zewnętrznych. Nie rozwodząc się nad genezę i rozwojem równoległym przyrządów zmysłowych i władz intelektualnych w olbrzymich dziejach rozwoju gatunków, coby za daleko nas zaprowadziło, zaznaczymy tu tylko wzajemny wpływ na siebie władz umysłu i wrażeń zmysłowych u człowieka. Obopólny ten wpływ wyraża się najlepiej w tak zwanem *doświadczeniu*. Doświadczenie polega przede wszystkim, rozumie się, na *pamięci*. Cały, chociażby najkunsztowniej zbudowany aparat zmysłowy nie miałby żadnego znaczenia, gdyby komórki ośrodkowe nie posiadały własności powtarzania, względnie samodzielnego, tych ruchów cząsteczkowych, którym dawniej z konieczności uleż musiały pod wpły-

wem czynników zewnętrznych. (Ponieważ przedmiot naszego zajęcia stanowią jedynie wrażenia zmysłowe, nie możemy tutaj głębiej zastanawiać się nad istotą pamięci, która należy do władz umysłowych). Każdy doskonale zrozumie, że wszelkie wrażenia zmysłowe, któreby wywołałszy przemijający ruch cząsteczkowy w elementach czuciowych miały już bez śladu zginąć nie byłyby w stanie wytworzyć w świadomości naszej żadnego istotnego poznania. Nasza protoplazma nerwowa, byłaby wtedy podobną do powierzchni wody, która na najłżejszy podmuch wiatru, na najłżejsze dotknięcie lub wstrząśnienie, odpowiada właściwem pomarszczeniem swej powierzchni, odpowiednim ruchem swych cząsteczek — a wszakże powierzchnia wody wystawiona na te rozliczne, ciągłe w niej zmiany wywołujące, często gwałtowne czynniki, lub tak szczęśliwie pomieszczona że zwierciadlanej jej powierzchni, najmniejsze wstrząśnienie nigdy nie zamąci ani zmarszczy, jest jednakowo zarówno tego zgiełku jak i tej ciszy nieświadomą. Bez końca powtarzające się wrażenia zmysłowe istoty żyjącej i głuchota śmiertelna trupa byłyby pod względem wartości swej, równe sobie—gdyby kolejnych, w czasie po sobie następujących wrażeń zmysłowych nie wiązała z sobą *pamięć*. Podstawą poznania, jest porównanie a jeżeli danego zjawiska, które w danej chwili wywołuje w nas wrażenie zmysłowe, z chwilą jego ustąpienia z widowni naszej już wyobrazić sobie więcej w przypomnieniu nie jesteśmy w stanie, wtedy w zjawisku następnem, które bezpośrednio po pierwszym

popudza nasze zmysły, nie możemy upatrzeć ani podobieństwa, ani różnicy w porównaniu z poprzedniem o którym już zapomnieliśmy i którego przywołać w wyobraźni naszej nigdy więcej nie jesteśmy w stanie. Nie mogąc pomiędzy wrażeniami upatrywać podobieństw i różnic, tracimy pojęcie wszelkiej ich indywidualności, owszem nie nabywamy nawet zdolności poznania wielości zjawisk. Świadomość czasu ginie tedy w zupełności, a świadomość przestrzeni ogranicza się niesłychanie, gdy bowiem okiem naszym wodzimy po przestrzeni, każdy ułamek przestrzeni widzimy w kolejno po sobie następujących cząsteczkach czasu, ale gdy oko uczyniło najmniejszy obrót, już zapomnieliśmy na zawsze obraz jaki przed chwilą dana cząstka przestrzeni w niem wywołała, i w ten sposób złożyć nie możemy w jedną całość oddzielnych cząstek przestrzeni. Nie trzeba chyba dłużej udawadniać faktu że bez pamięci nie byłoby żadnego poznania, a cały materyjał wrażeń zmysłowych byłby najzupełniej bezużytecznym. Komórki mózgowe wszakże *pamięć* posiadają, zobaczymy jakimi drogami prowadzi nas ona do *doświadczenia*, czyli do doskonalszego poznania. Jak warunkiem koniecznym poznania wszelkiego ze strony ustroju zwierzęcego, jest *pamięć*, tak z drugiej strony koniecznym warunkiem możliwości poznania, jest ze strony zjawisk świata zewnętrznego, jedność w różnaitości i różnaitość w jedności. Wytłumaczmy to zaraz jaśniej. Gdyby w świecie zewnętrznym w następujących po sobie zjawiskach zbyt mało było podobieństwa, nie zdołalibyśmy materyjału

jakie wrażenia zmysłowe by nam dostarczały, uporządkować, dopatrzeć się jakiegokolwiek w nich ładu, świadomość nasza byłaby przygniecioną nadmiarem różnic, bez końca w miarę postrzegania naszego się mnożących, pamięć nasza zostałaby przeciążoną ciągłym gromadzeniem, a byłaby pozbawioną tych chwil wytchnienia w których rozum nasz może pełnić swą pracę porównawczej rozwagi, wszelkie poznanie byłoby niemożliwością, a praca nasza intelektualna byłaby wtedy co najwyżej odwiecznym ściganiem bez wytchnienia i bez mety. Gdyby w świecie zewnętrznym w następujących po sobie zjawiskach zbyt mało było różnic, pamięć nasza mogłaby się nadto zmęczyć w odnajdywaniu tych nieznaczących subtelności, stanowiących o indywidualności zjawisk lub naszych wrażeń zmysłowych, a z chwilą niepochwycenia tych szczegółów, całe szeregi kolejnych zjawisk zlały by się w nieruchomą jednostajność, w trwającą niezmienną, niezdolną do obudzenia jakiegokolwiek bądź kontrastu pojęć, a więc i zgody pojęć — jedno jedyne pojęcie w sferze poznania znaczy tyle co żadne pojęcie, bo tak jak bez porównania, tak też i bez przeciwstawienia nie masz poznania. Tylko pewna wyrazistość w różnicach zjawisk po sobie następujących, obok pewnej powtarzającej się tożsamości — stanowi warunek przystępności tychże zjawisk dla naszego poznania. Tak tedy czynność intelektualna nasza polega w zasadzie na upatrywaniu różnic i podobieństw w naszych wrażeniach zmysłowych, zapamiętanych lub w części zapamiętanych a w czę-

ści żywych, to jest świeżo przez zjawiska zewnętrzne wywoływanych. Dzięki pamięci odróżniamy podobieństwa i różnice wrażeń w dziedzinie jednego zmysłu, a także stałość lub niestałość towarzyszenia sobie wrażeń z dziedziny różnych zmysłów, co stanowi najwłaśniejszą podstawę poznania i przyczynę oddziaływania umysłu naszego na nasze wrażenia zmysłowe, które jak zaraz zobaczymy, dochodzi nieraz aż do pogwałcenia ich przyrodzonych właściwości, bądź co bądź na korzyść sprawy poznawania. Najłatwiej okaże się to na przykładzie: Jakiej natury są wrażenia wzrokowe? Każde wrażenie wzrokowe jest mappą rysującą się na dnie oka naszego, a złożoną z licznych pól różniących się od siebie natężeniem i jakością światła—i nic więcej; każdy szereg w czasie po sobie następujących wrażeń wzrokowych, jest zmianą wielkości i granic i barw tych stykających się ze sobą pól. Niczem więcej zresztą, żadną inną własnością zmysł nasz wzrokowy nie jest uposażony. Gdybyśmy więc w życiu naszym byli skazani na korzystanie ze zmysłu wzroku na tyle tylko, na ile go stać, ze względu na jego istotę, do wzbogacenia naszego poznania, zmysł wzroku byłby istotnie nie wiele więcej wart, a może i mniej niż zmysł np. ciepła. Byłby to zmysł prawie wewnętrzny, czuliśmy w granicach naszych oczu jakieś swoiste wrażenia, które byśmy nazwali, przypuścmy, wrażeniami światła, tak jak w granicach całej resztującej powierzchni skóry naszej, doznajemy wrażeń swoistych, które nazywamy wrażeniami ciepła. Nie dziwię się

wcale, iż czytelnikowi, który nie zastanawiał się nigdy bliżej nad istotą naszych wrażeń zmysłowych, wmyślenie się w taki szczególny sposób odczuwania wrażeń wzrokowych, przedstawia pewną trudność. Czy to podobna nie widzieć tego wielkiego świata, który widzimy zewnątrz nas, tam gdzie on się mieści, ale widzieć go, czyli raczej odczuwać wyłącznie jako pewien kalejdoskop zmian na całowej nieledwie przestrzeni naszej siatkówki ocznej? A jednak takie jest stanowczo widzenie w pierwszych chwilach życia ludzkiego, takim byłoby stanowczo nasze, gdybyśmy nie posiadali obok zmysłu wzrokowego — zmysłu dotyku i zmysłu mięśniowego. Samym wzrokiem naszym nie widzimy żadnej głębokości, ani żadnej wypukłości, żadnego załamania, żadnej fałdy ani zmarszczki—widzimy wyłącznie tylko obok siebie światła i cienie to zlewające się z sobą w łagodnem stopniowaniu, to nagle ustępujące jedno drugiemu. Jeżeli na frontonie domu widzimy naprzemian jasne i ciemne smugi równoległe, pionowo lub poziomo przebiegające, to twierdzimy że to są pilastry naprzód wystające, lub gzymsy z wielu złożone załamania, to występujących naprzód, to wstecz się cofających — dla czego tak twierdzimy? Dla tego, że tysiące razy mieliśmy sposobność się przekonać, że gdy ręką naszą poruszać będziemy wzdłuż muru, to we wszystkich miejscach gdzie nagle przechodzi smuga światła w smugę cienia lub odwrotnie, tyle razy zmysł dotyku naszego odczuwa istnienie krawędzi mniej lub więcej ostrej, a zmysł mięśniowy odczuwa że dłoń

nasza usiłując nie oderwać się od powierzchni po której się posuwa, musi albo posunąć się naprzód albo wstecz się cofnąć. Poczucie wszelkiej bryłowatości jest wyłącznie elementem wrażeń dotyku i ruchu mięśniowego, tylko te dwa zmysły mają poczucie trzech wymiarów: szerokości, wysokości i głębokości, gdy zmysł wzroku jest wyłącznie zmysłem płaszczyzny, dla niego są przystępnymi dwa wymiary wyłącznie szerokości i wysokości. Jeżeli patrzymy na wyśmienicie wymalowany krajobraz, z perspektywą nie pozostawiającą nic do życzenia, czy oczy nasze widzą w tym razie płaszczyznę czy przestrzeń głęboką? Właściwie widzą one głębię—choć wiemy że to płaszczyzna, ale w istocie rzeczy widzą jednak tylko płaszczyznę—boć tylko płaszczyzna ze stopniowaniem światła i cieniów przed niemi się znajduje. Patrzenie na perspektywicznie malowane obrazy, najbardziej nam ułatwia zrozumienie że obrazy naturalne widzimy w istocie rzeczy również jako płaszczyzny, wszakże i dobrze malowanego krajobrazu musimy się niejako dotknąć dopiero, by się przekonać że ta przestrzeń mniemana to płaszczyzna—podobnie obrazów natury musieliśmy się dotykać, musieliśmy być w możności wniknąć całym naszym ciałem w obraz płasko pierwotnie naszym oczom się przedstawiający, by przekonać się że odwrotnie: ta mniemana płaszczyzna jest przestrzenią. Pomiędzy obrazy malowane, których ramy same, zresztą tło, na którym są pomieszczone, przypomina nam iż to są malowidła, ale weźmy np. pod uwagę owe panoramy, które w rotundzie umie-

szczone tworzą same w sobie całość, ku górze bez wyraźnych granic gubią się w niebieskiem sklepieniu, a boczno-ego zakończenia nie mają wcale—jakże złudnie, nad wszelki wyraz, przedstawiają nam one głębokie przestrzenie, pola bitew, wsie, miasta, ognie i zgliszcza; nawet głębokie przeświadczenie 'umysłu nie dającego się porywać złudzeniom, o złudności obrazu, słabnie chwilami pod potęgą prawdziwości stosunków światel i cieniów. Z drugiej strony, umysł widza najłatwiejszego niechby tylko wolno mu było przejść po za baryerę odgraniczającą płótno od platformy środkowej i dotknąć ręką tego płótna — wnet by stracił wszelkie złudzenie i przestał widzieć przestrzeń, ale tylko dobrze zamalowaną płaszczyznę. Widzimy jak rozkazującym dla zmysłu wzroku jest wrażenie zmysłu dotyku. Stąd łatwo możemy zrozumieć, że jeżeli przed oknem naszym wznosi się podłużny szary trójkąt, u wierzchołka swojego tępo ścięty, jeżeli blisko podstawy tego trójkąta znajdują się z boku dwa wielkie pnie z zielonemi liściastemi koronami, po obu zaś ramionach tego trójkąta wznoszą się symetrycznie pnie podobne ale im bliżej wierzchołka trójkąta tem cieńsze, krótsze i ciemniejsze, jeżeli ostatnich pni duże ciemne korony zlewają się z sobą po nad tępym szczytem naszego trójkąta i obejmują sobą niby okienko, kawałek jasnego niebieskiego pola — jeżeli tedy wyciągniemy dłoń naszą by sięgnąć do owego pola niebieskiego, ale dłoń nasza nie dozna żadnego dotykowego wrażenia, tylko przykryje sobą cały trójkąt i część niebieskiego pola — jeżeli w dal-

szym ciągu, kilka kroków naprzód uczynimy, by dosięgnąć owego kawałka nieba -- ale zamiast jakiegokolwiek wrażenia dotykowego na dłoni naszej, zauważymy tylko z jednej strony, że posuwamy się naprzód, z drugiej zaś strony, że pnie grube przed chwilą widziane, znikają z pola widzenia, a natomiast cieńsze i bliżej siebie przed tem postawione, oddalają się niejako od siebie, grubieją i stają się mniej zamglonymi i tak coraz dalej i dalej — wtedy jeszcze raz się cofnąwszy na poprzednio zajmowane stanowisko - nie będziemy więcej widzieli przed sobą wznoszącego się trójkąta z cieniejącymi stopniowo i coraz wyżej ustawionemi pniami a na szczycie tego trójkąta płamę niebieską—ale widzieć będziemy poziomo przed nami biegnącą aleję, obsadzoną przez całą długość równemi mniej więcej drzewami, a w głębi odległej od nas przeświecający widnokrąg niebieski. Dla czego tenże sam obraz inaczej się nam teraz przedstawia? Dla tego, że do wrażeń wzrokowych dodajemy zapamiętane wrażenia dotykowe i mięśniowe, dla tego że po dłuższem doświadczeniu towarzyszących zwykle sobie wrażeń zmysłowych, nie zdolni jesteśmy odłączyć jednej kategorii tych wrażeń od innych. Talent dobrego malowania polega pomiędzy innemi na umiejętności oddzielenia właśnie czystych wrażeń wzrokowych od towarzyszących im stale wrażeń dotykowych i mięśniowych. Początkujący rysownicy, rysujący przedmioty nawet z natury ale zwłaszcza z pamięci, rysują je tak jak je odczuwa nie tylko zmysł wzroku ale i zmysł mięśniowy i dotyko-

wy, bo nie umieją pozbyć się panujących nad nimi wrażeń dwu tych ostatnich zmysłów, stąd linije mające sięgać głęboko w przestrzeń ale które dla wzroku przedstawiają się krótkimi, oni zazwyczaj nadto wydłużają. Jeżeli patrzymy na wznoszący się przed nami front budynku, ale stoimy u samego krańca tego frontu, tak że widzimy trochę i ścianę boczną, wtedy ta boczna ściana, choćby bardzo głęboko w tył zachodziła wyda się nam jako wąski pasek, ale ona się wyda tak tylko oku rysownika dobrego, każdy inny narysuje tę ścianę w perspektywie nadto szeroko, bo nie będzie mógł pozbyć się pamięci, że trzeba długo chodzić aby wdłuż daną ścianę przejść. Nie możemy się dłużej zatrzymywać nad rozbiorem udziału wrażeń dotykowych i mięśniowych we wrażeniach wzrokowych; wzięliśmy tu tylko pod uwagę poruszanie się całego ciała naszego, lub tylko dotyk dłoni, ale wielką rolę gra w tym względzie ruch naszych gałek ocznych, gdy patrzymy na przedmioty odleglejsze gałki oczne mniej się ku sobie zwracają, im bliższym nas jest przedmiot na który patrzymy, tem bardziej oczy nasze ku sobie się zwracają, ruch ten oczu polega na mniej lub więcej energicznym skurczu mięśni prostych wewnętrznych oczu—do pojęcia odległości i bliskości, przybywa więc wrażenie z dziedziny zmysłu mięśniowego, ale czerpane z ruchów samych oczu; mówiliśmy też wyżej że aby promienie od przedmiotów wpadając w nasze oko zawsze tworzyły ognisko na powierzchni naszej siatkówki, to potrzeba do tego aby soczewka łamiąca bieg promieni, mogła być

zmienną, aby mianowicie dla przedmiotów bliższych była więcej wypukłą, dla odleglejszych mniej wypukłą, widzieliśmy że to się urzeczywistnia dzięki mięśniom akkomodacyjnym — widzimy tedy nowy czynnik w tworzeniu pojęć naszych o głębokości przestrzeni, mający swe źródło we wrażeniach pochodzących od zmysłu mięśniowego. Z uwag powyższych chodzi nam o uwydatnienie tylko tej prawdy, że dzięki pamięci wrażeń jednej kategorii, dzięki pamięci stałego towarzyszenia sobie wrażeń różnych kategorii, doświadczenie nasze przywodzi nas do pewnych wniosków, które stają się dla świadomości naszej tak koniecznymi, że wyciskają swoje psychiczne piętno na wrażeniach czysto zmysłowych i to do tego stopnia, że w końcu nie jesteśmy w stanie odróżnić co w naszych wrażeniach zmysłowych jest istotnym wrażeniem zmysłowym, a co narzuconą tym wrażeniom psychiczną koniecznością. Oto więc przykład: we wrażeniach wzrokowych istotnem wrażeniem jest płaszczyna w samym oku naszym rozpostarta, z rozlicznymi, zmiennymi zresztą polami światła i barw — koniecznością zaś tylko psychiczną jest odrzucanie różnobarwnych tych pól w dal od naszego oka i upatrywanie w nich wszystkich stopni bliskości i odległości, bryłowatości, przestrzeni próżnej i t. d. Konieczność ta jest wynikiem wniosków wyprowadzanych na dodatkowej podstawie wrażeń dotykowych i mięśniowych.

Niektórzy uczeni w ostatnich czasach, stanęli wprawdzie na stanowisku przeciwnem, tak zwanemu poglą-

dowi doświadczałemu, twierdząc że człowiek nie przez doświadczenie i porównanie wrażeń zmysłowych jednej odmiennych kategorii dochodzi np. do widzenia bryłowatości i w ogóle do odpowiedniego umiejscowienia widzianych przedmiotów w trzech wymiarach przestrzeni, ale że ta doskonałość wrażeń zmysłowych jak w tym razie wzrokowych jest człowiekowi wrodzoną, że przynosimy ją z sobą na świat — że nie przez macanie, nie przez kontrolę zmysłu mięśniowego, czy nasze widzą głębie ale bezpośrednio widzą one świat zewnętrzny w istotnych stosunkach przestrzennych, dzięki wrodzonemu, bliżej zresztą nie wyjaśnionemu uzdolnieniu; jest to tak zwana, nieliczna zresztą szkoła *nativistów* w przeciwstawieniu z *empyrystami*. Na zdanie tych uczonych bezwarunkowo zgodzić się nie można, ale jedno przyznać im należy a mianowicie: Istotnie, życie człowieka zbyt jest krótkiem, a zwłaszcza ten okres życia, który oddziela narodzenie od chwili dokładnego widzenia, aby można przypuścić iż doświadczenie mogło w tym okresie już taką doskonałość wniosków osiągnąć; trzeba przyjąć że doświadczenie ojców, osiągnięte przez porównywanie wrażeń zmysłowych, odziedziczone przez potomków, bezwiednie u tych ostatnich już gra pewną rolę, to jest usposabia do pospiesznego psychicznego kombinowania rozlicznych wrażeń zmysłowych, które tą drogą zyskują na dokładności. Doświadczenie bądź co bądź gra tu rolę zasadniczą, tylko że obok doświadczenia indywidualnego postawić trzeba doświadczenie pokoleń i ten to moment dziedziczności,

którego zaprzeczyć niepodobna, podnosi jeszcze bardziej konieczność wiary w prawdziwość pewnych wrażeń zmysłowych, które w istocie swej jako dane zmysłowe wrażenia inaczej nam się przedstawiają a niżeli my sądzimy.

Mówiliśmy o udziale ducha pamiętającego i wnioskującego w dziedzinie wrażeń wzrokowych przy pomocy wrażeń dotyku i zmysłu mięśniowego, i o wpływie jego na formę tych wrażeń. Z drugiej strony w zmysle dotyku spostrzegamy niektóre objawy wrażliwości, które istotę swoją zawdzięczają jedynie udziałowi ducha, biorącemu znowu w pomoc wrażenia wzroku dla udokładnienia wrażeń dotyku. Na str. 47 wspominaliśmy że zmysł dotyku odnośnie do umiejscowienia na skórze naszej, przedstawia pewne ciekawe zjawiska, które nie należą do samej istoty zmysłu dotyku, ale do dziedziny pojęć naszych zdobytych na doświadczeniu i przyrzekliśmy iż do tego punktu we właściwym miejscu wrócimy. Przewszystkiem samo umiejscowienie wrażeń dotykowych na naszej skórze jest następstwem porównywania pobudzeń dotyku w rozlicznych punktach naszego ciała powtarzanych, oraz kontrolowania tych pobudzeń za pomocą wzroku. Gdy widzieliśmy miejsce, w którym nas ukłuto, daleko ściślej potem przy zamkniętych oczach określimy miejsce, powtórzonego w tem że miejscu ukłucia, ale w zdolności umiejscowiania wrażeń dotykowych spostrzegamy zjawisko jedno bardzo ciekawe. Jeżeli weźmiemy cyrkiel zwykły, którego końce oddalone będą od siebie mniej więcej na odległość

jednego cala, i przytkniemy do dłoni równocześnie obydwie te końce, to naturalnie, pocznijemy na dłoni naszej dwa współczesne ukłucia, a nawet przy zamkniętych oczach ocenimy w przybliżeniu odległość wzajemną dwu tych ukłuc, choćbyśmy przedtem stopnia rozwartości odnóg cyrkla nie widzieli. Najlepiej aby doświadczenie to wykonano na drugiej osobie, mającej oczy zasłonięte. Jeżeli następnie powtarzać będziemy nakłucia dłoni cyrkiem coraz mniej rozwartym, osoba, na której próbę tę odbywamy, będzie odczuwała dwa współczesne ukłucia ale w coraz mniejszem oddaleniu, jeżeli w dalszych próbach, odnogi cyrkla, ciągle do siebie zbliżając pozostawimy jednakże jeszcze w odległości od siebie na $\frac{1}{4}$ cala, okaże się że osoba doświadczana—odpowie nam iż doznaje tylko wrażenia pojedynczego ukłucia, pomimo że w rzeczywistości klujemy ją w dwu o ćwierć cala odległych od siebie punktach. Jeżeli teraz cyrkiel przy tej samej rozwartości końców przeniesiemy na końcowe poduszki palców, przekonamy się że znówu doskonale odczutom będzie oddzielne podwójne, współczesne ukłucie, owszem nawet przy bardzo wielkiem zbliżeniu końców cyrkla jeszcze rozróżnione będą dwa oddzielne ukłucia, natomiast na skórze grzbietu naszego, końce cyrkla mogą być od siebie oddalone nawet przeszło o dwa cale, a jeszcze zdawać się nam będzie, iż podlegamy tylko pojedynczemu ukłuciu. W ogóle na powierzchni skóry naszej w różnych miejscach, bardzo różną jest ta analityczna subtelność dotyku, której podstawą jest ścisłość

umiejscowiania pobudzeń, wyraża się ona nie tylko w tem prostem odróżnianiu odległości dwu punktów jednocześnie podrażnionych, ale wzajemnej odległości i wielkiej ilości punktów, jak np. w ocenianiu, czy przecięcie rurki, którą naciskamy skórę ma kształt okrągły, owalny lub wielokątny; na wrażliwszych w tym kierunku częściach naszej skóry, dokładniej ten kształt ocenić jesteśmy w stanie nawet dla rurek o małym świetle, na częściach skóry mniej wrażliwych—światło takiej rury musi być o wiele większe, abyśmy zdolni byli ocenić kształt jej przecięcia. Najczulszym pod względem zdolności umiejscowiania wrażeń dotyku jest koniec języka, czułość w tym kierunku bardzo duża na wargach ust naszych na policzkach słabnie w miarę zbliżania się do nasady uszu. Bardzo wielką jest pod tym względem czułość jak widzieliśmy, końców palców naszych ale słabnie ona na dłoni, w miarę zbliżania się do przedramienia i ramienia. Najmniej czułą w tym zglądzie jest skóra na grzbiecie. Na czem więc polega ta zdolność umiejscowiania? Na skórze naszej, jak wiemy, rozproszona jest olbrzymia ilość ciałek końcowych, dotykowych. Otóż tem łatwiej oceniamy, dwa oddzielne pobudzenia dotykowe, im więcej ciałek dotykowych pomiędzy dwoma ciałkami pobudzonymi, pozostaje w spoczynku — im więcej ciałek takich nie niepokojonych, oddziela ciałka niepokojone tem odległość pomiędzy punktami drażnionymi wydaje nam się większą—jestto więc czynność porównawcza naszego kontrolowana wzrokiem, która w miarę rosnącego doświadczenia i utrwa-

lającej się pamięci dawniej czynionych wniosków, zdaje się nam być bezpośrednim następstwem wrażliwości zmysłowej. Że ta zdolność umiejscowiania jest wyłączną czynnością umysłu, (wbrew zdaniu niektórych fizjologów, którzy błędnie sądzili, iż zdolność oceniania mniejszych, lub tylko większych odległości dwu punktów drażnionych, zależy od mniej, lub więcej rozlegle rozpościerających się w skórze końcowych rozgałęzień pojedynczych włókien czuciowych czyli od większych, lub mniejszych pól dotykowych i że każde pole choćby bardzo rozległe jest w stanie nam dać tylko pojedyncze wrażenie), dowodzi tego najlepiej to, że przez wprawę możemy w wysokim stopniu podnieść czułość lokalizacyjną danej powierzchni naszej skóry. Dana np. odległość końców cyrkla daje nam na ramieniu uczucie pojedynczego ukłucia, my wszakże oglądamy miejsce dotykane końcami cyrkla napinamy nieco uwagę naszą i po chwili stajemy się zdolni ocenić dwoistość ukłucia, po kilkakrotnem powtarzaniu takiego ukłucia, już ono na długo pozostawiać nam będzie wrażenie dwoiste, następnie stopniowo zmniejszając odległość odnóg możemy tą samą drogą coraz bardziej potęgować na danej przestrzeni lokalizacyjną subtelność naszą czuciową; tak samo, jak przez wprawę subtelność tę potęgujemy, tak samo zatracamy ją przez zaniedbywanie—własność zatem danego zmysłu, która się zwiększa przez uczenie się a zmniejsza przez zapomnienie, należy chyba do dziedziny czynności umysłowych. Jak zaś dalece nasze wnioski umysłowe, są narzucającemi się naszym zmy-

słom, rozkazującemi dla naszych świadomych wrażeń zmysłowych, dowodzi również następujące małe doświadczenie: wspominaliśmy, że czułość lokalizacyjna wzrasta od ramienia ku dłoni i od tyłu policzków ku wargom, jeżeli cyrkiel przyłożymy końcami w kierunku poziomym do górnej części przedniej powierzchni naszego przedramienia i powoli w tem samym położeniu nie zmieniając odległości odnóg posuwając go będziemy ku dłoni przy zamkniętych oczach, będziemy najmocniej przekonani, że odnogi cyrkla stopniowo się rozsuwają, odwrotnego wrażenia doznamy przy posuwaniu cyrkla od dłoni ku górze—tak samo, gdy cyrkiel przesuwając będziemy po policzku od nasady uszu do warg, lub odwrotnie.

W tym przypadku tedy szereg wniosków duchowych bierzemy za szereg zjawisk rzeczywistych, a nie przekonanemu przez świadectwo wzroku o złudzeniu, ani na myśl nie przyjdzie że to nie rozwarłość cyrkla ulegała zmianie, ale coś ulegało zmianie w czynności jego duchowej. Nie możemy tu dłużej zastanawiać się nad wzajemnem oddziaływaniem na siebie czynności zmysłów i umysłu pod względem jakości naszych wrażeń zmysłowych i wyprowadzanych z nich specjalnych pojęć, a poruszymy kwestyjną, jaki zachodzi stosunek pomiędzy pojęciem o *natężeniu* danego wrażenia zmysłowego, a *natężeniem* samego pobudzenia.

Czy zupełny brak wrażenia odpowiada zawsze zupełnemu brakowi działającego bodźca? Wcale nie. Zero pobudzenia daje naturalnie zero wrażenia, ale pobudzenie podnoszące się po nad zero, i rosnące nawet stopniowo w natężeniu, do pewnej granicy jeszcze wyda zero wrażenia. Wyobraźmy sobie (weźmiemy pod uwagę zmysł mięśniowy) że na dłoni naszej leży ziarnko maku, podniesiemy dłoń do góry i chyba że nie poczujemy żadnego ciężaru, wrażenie wagi będzie dla nas równe zeru, a przecież bądź co bądź ziarnko maku ma pewną wagę. Ale weźmy nawet dwa ziarnka maku i trzy i cztery—a jeszcze pomimo stopniowego wzrostu natężenia ciężaru, które pracą mięśni naszych dźwigamy, ciężar ten wcale nie stał się jeszcze wrażeniem świadomem. Sto ziarenek maku za ledwie wyrze na nas wrażenie pewnej nieznacznej wagi. Ta wielkość natężenia danego bodźca, która w stanie jest wywołać pierwsze najmniejsze poczucie wrażenia, nazywa się w fizjologii: *progiem pobudzenia*. Czy począwszy od progu pobudzenia, dalszy stopniowy wzrost energii bodźca, wywołuje równoległy wzrost energii wrażenia? Wcale nie. Przypuśćmy tedy że sto ziarenek maku odczuwamy jako najpierwsze świadome wrażenie pewnej wagi, czy więc sto jeden ziarnko maku da nam wrażenie większej wagi? nie, ani sto dwa, ani sto trzy, ani sto dwadzieścia, bodziec wzrastający stopniowo nie wywołuje wzrostu wrażenia, dopóki nie powiększy się przynajmniej o całą drugą wysokość progu. Zatem dwieście ziarenek maku da nam dopiero wrażenie odmiennej wagi od stu ziarenek, da

nam dopiero pierwsze poczucie różnicy wagi. Czy każdy następny wzrost bodźca o jeden próg, da nam wrażenie odmiennego natężenia? Nie. Im bardziej natężenie bodźca rośnie, tem większa ilość progów bodźcowych jest konieczna, by podnieść wrażenie nasze o jeden tylko próg, to jest o najmniejszą, dającą się świadomością naszą uchwycić różnicę. Następujące dwa szeregi liczb przedstawiają nam w przybliżeniu obraz stosunku wzrostu bodźców do wzrostu wrażeń:

bodźce:	1	2	4	8	16	32	64	128
wrażenia:	0	1	2	3	4	5	6	7

W górnym szeregu liczby przedstawiają nam natężenia bodźców, w dolnym—natężenia wrażeń. Widzimy stąd, że bodziec mający już natężenie równe jedności, jeszcze nie daje wrażenia żadnego—dopiero natężenie 2 jest tu progiem pobudzenia dającym pierwszą jednostkę wrażenia; ażeby wrażenie podniosło się o jednostkę, bodziec musi się wzmocnić o jeden próg pobudzenia t. j. o liczbę dwa—dla następującego wzrostu wrażenia o jednostkę, bodziec musi wzrosnąć o dwa progi pobudzenia, jeszcze dalej o cztery i t. d. słowem że aby natężenie wrażenia wzrosło od 1 do 7 to natężenie bodźca wzrosnąć musi od 1 do 128. Wyraża to się matematycznie, że gdy wzrost natężenia wrażeń ma się podnosić w postępie arytmetycznym, to wzrost odpowiednich bodźców podnosić się musi w postępie geometrycznym. Jest to tak zwane prawo psychofizyczne Webera, które się odnosi do wszystkich dziedzin wrażliwości zmysłowej, bez

względem na wysokość pierwszego progu pobudzenia. Prawo to wszakże w przybliżeniu tylko okazało się prawdziwym — niewątpliwem jest to, że w miarę wzrostu natężenia bodźca, rosnać musi bardzo znacznie różnica w natężeniu bodźca by sprawić najmniejszą dostrzegalną różnicę we wrażeniu, tylko że te dwa postępy nie odpowiadają w całej ścisłości stałemu stosunkowi, postępu arytmetycznego i geometrycznego. Następująca tabliczka oparta na ścisłym doświadczeniu przedstawia nam istotny stosunek wzrostu wagi do wzrostu wrażenia.

10 gramów	0,7 grama
50 „	1,7 „
100 „	2,4 „
200 „	3,6 „
300 „	4,6 „
400 „	5,2 „
450 „	6,5 „
500 „	25,5 „

W tabliczce tej widzimy że jeżeli ważymy na ręce 10 gramów to musimy do tego ciężaru dodać 0,7 grama, ażeby mózdz ocenić że waga uległa jakiegokolwiek zmianie, jeżeli zaś ważymy 50 gram, to aby ocenić zapomocą zmysłu mięśniowego, że waga uległa najmniejszej zmianie, to trzeba już dodać 1,7 grama i t. d. tak że gdy ważymy 500 gramów, to ta waga nie obudzi w nas odmiennego wrażenia, jeżeli ją powiększać będziemy o 1, 2, 5, 10, 15, 20 gramów, tak że dopiero dodanie 25,5 gram okaże się nam jako waga o jeden próg pobudzenia wyższy. Fechner

posunął się jeszcze dalej od Webera i na mocy teoretycznych poglądów, jeszcze ściślej starał się określić stosunek energii pobudzenia do energii wrażenia; twierdził mianowicie że każda dostrzegalna różnica we wrażeniu, jako process psychiczny jest zawsze jednaki wielkości, w obec takiego przypuszczenia postęp arytmetyczny wrażeń i odpowiadający mu postęp geometryczny pobudzeń stają do siebie w stosunku który daje się wyrazić następującą formułą matematyczną: najmniejsze różnice wrażeń, mają się do odpowiednich różnic w natężeniu bodźców nie w stosunku proporcjonalnym ale ściśle logarytmicznym. To psychofizyczne prawo Fechnera, które stosunek naszej świadomości duchowej do fizycznej natury bodźców, ujęło w matematyczną formułę, zrobiło duże w nauce wrażenie, ale jak twierdzimy, nie zawiera ono jeszcze całej prawdy, tak że ujęcie w prawo ogólne stosunku energii wrażeń do energii pobudzeń, jeszcze czeka ściślejszego rozwiązania. Czytelnik wszakże z tego pobieżnego rzezy przedstawienia, nie bez interesu chyba się przekona w jakich to jeszcze kierunkach nauka podejmuje badania odnośnie do wrażliwości zmysłowej.

Ostatnią kwestyją, w sprawie stosunku umysłu naszego do wrażeń zmysłowych, stanowi kwestyja wiarygodności czyli omylności lub nieomylności naszych zmysłów. Przejściem do krótkiego dotknięcia tego pytania, jest kwestyja ważna tak zwanej specyficzej energii zmysłów, którą w tej chwili postaramy się wyjaśnić.

Wiadome są fakty że po amputacyi np. nogi, drażnienie przeciętych pni nerwowych w ranie, sprawia rozliczne wrażenia dotykowe które zdają się pochodzić od nieistniejącej już części kończyny. Ponieważ tylko ciała dotykowe obwodowe są w stanie wywoływać wrażenia, które przechodząc przez włókna protoplazmatyczne nerwów, wywołują we właściwych komórkach mózgowych świadomość dotykowych wrażeń, skądże więc nerwy same podrażnione w ranie, zdolne są wywołać w mózgu dotykowe wrażenia, pochodzić mogące tylko od nieistniejących już obwodowych zakończeń? Z tego wynika chyba, że komórki mózgowe, niezależnie wcale od odpowiednich obwodowych przyrządów, nadają same przez się właściwą cechę danym pobudzeniom, przez nitki nerwowe do nich dochodzącym. Spostrzeganym był fakt, że jeżeli po wycięciu galki ocznej a więc i siatkówki której laseczki i czopki są wyłącznie zdolne otrzymywać wrażenia świetlne, pozostały odcinek nerwu wzrokowego, drażnić będziemy czemkolwiek, naciskiem, ukłuciem, to drażnienia te mechaniczne wywołują poczucie błysków i iskier, a więc pobudzenia mechaniczne wywołują wrażenia świetlne; fakt ten można objaśnić również tylko przypuszczeniem że ośrodkowe komórki włókien nerwu wzrokowego, same przez się, bez koniecznego wpływu światła, nadają pobudzeniom wszelkim, które przez pośrednictwo włókien nerwu wzrokowego do nich dochodzą, cechę wrażeń świetlnych i t. d. Słowem, przyjąć by trzeba że wrażenia zmysłowe tak jak one naszej świadomości się przedstawiają, zawdzięczają cha-

rakter swój nie czynnikiem zewnętrznym, ale właściwością szczególną naszych komórek mózgowych. Komórka mózgowa elementu czucio-wzrokowego nie jest w stanie żadnego innego stanu świadomości naszej wywołać prócz świadomości światła, bez względu na to czy zostanie ona pobudzona przez promienie świetlne czy przez elektryczność, czy przez wpływ mechaniczny, przez drganie dźwiękowe i t. d. Komórka znowu mózgowa elementu czuciosłuchowego wywołać jest zdolną wyłącznie świadomość dźwięku, chociażby pobudzenie jej było natury świetlnej, ciepłkowej, chemicznej, mechanicznej i t. d. Każda grupa komórek ośrodkowych w mózgu, posiada właściwą sobie specyficzną energiją czuciową, od której zależy właśnie specyficznosc oddzielnych grup wrażeń zmysłowych. Wedle tej teorii to gdybyśmy przecięli nerw słuchowy i wzrokowy i na krzyż je napowrót zbliznili, t. j. tak aby mózgowy odcinek nerwu słuchowego zrosł się z obwodowym odcinkiem nerwu wzrokowego kończącym się w siatkówce gałki ocznej, mózgowy zaś odcinek nerwu wzrokowego aby zrosł się z obwodowym odcinkiem nerwu słuchowego kończącym się w registrze tonowym, w błędniku ucha—to wtedy słyszelibyśmy obrazy i krajobrazy, a widzielibyśmy sonaty i pieśni. Promienie świetlne są w stanie tylko za pośrednictwem oka i siatkówki podrażnić t. j. do ruchu pobudzić protoplazmę włókien nerwowych—ale ruch ten doprowadzony do mózgowych komórek słuchowych, może wydać tylko wrażenie słuchowe i t. d. Taką jest teoria specyficzn-

nej energii zmysłów. Najbardziej się przyczyniły do rozwinięcia tej teorii doświadczenia fizjologiczne z elektrycznością, jak to już wspominaliśmy na str. 167. Energija działania elektryczności jest tak potężną, a warunki jej wpływu, mianowicie możność przenikania na wskroś tkanek naszego ustroju tak pomyślne, że elektryczność jest w stanie wywołać ruch cząsteczkowy protoplazmy we wszystkich bez wyjątku ciałkach obwodowych naszych elementów czuciowych, zatem idzie że siłę elektryczności, ujętą naturalnie w pewne sztuczne warunki, zdolni jesteśmy odczuwać wszystkimi naszymi zmysłami. Prądy elektryczne powodują na skórze naszej to wrażenie ucisku ostrego lub tępego, to wrażenia ciepła, na języku wrażenia smaku, w uchu wrażenia dźwięku, w oku wrażenia światła; naturalnie że wrażenia te są niesłychanie grube i nie mogą iść w porównanie pod względem precyzji, z wrażeniami otrzymanywanymi od bodźców dla danych zmysłów odpowiednich. Ta to możność wywołania przez jedną i tę samą elektryczność zjawisk dźwiękowych w uchu, cieplnych w skórze, świetlnych w oku i t. d. więc przez jednaki czynnik tak różnych wrażeń, przyczyniła się też bardzo do rozwinięcia się w nauce w mowie będącej teorii o specyficznej energii zmysłów. Podług tej teorii wypada, że wszystkie nerwy czuciowe, czyli wszystkie włókna protoplazmowe elementów czuciowych są absolutnie identyczne, nie tylko pod względem budowy swojej, ale i pod względem czynności swoich fizjologicznych, to znaczy że process fizjologiczny, stanowiący istotę

przenoszenia pobudzeń od ciałek obwodowych, znajdujących się w przyrządach zmysłowych do komórek ośrodkowych, znajdujących się w mózgu jest zupełnie jednaki we wszystkich nerwach, a odmienny wynik tych jednakich pobudzeń zależy wyłącznie od specyficznej energii komórek czuciowych w mózgu. Tym sposobem cała treść naszych wrażeń zmysłowych byłaby wyrobem naszego mózgu, niezależnym wcale od szczególnej treści zjawisk zewnętrznych, o tyle tylko związanym przez pośrednictwo przyrządów zmysłowych ze zjawiskami zewnętrznymi, że te ostatnie stosownie do włókna nerwowego, które pobudzają, budzą niejako z uspienia gotowe w mózgu wrażenie. Na takie wszakże pojęcie specyficznej energii zmysłów zgodzić się niepodobna. Teoryja ta dlatego tak poważnie zapanowała w fizyologii, że ta ostatnia dotąd zanadto zapatrywała się na zjawiska życiowe człowieka z punktu widzenia indywidualnego, a zbyt mało z punktu widzenia ogólnobiologicznego, to jest pomijała rozwój ogólny form istot żyjących na ziemi. Istotnie, fakty niektóre charakteryzujące nasze wrażenia zmysłowe, przemawiają, jak to widzieliśmy, za taką samorodnością mózgową charakteru naszych wrażeń zmysłowych, ale w innym świetle fakty się przedstawiają nam z punktu rozwoju gatunków i prawa dziedziczności jak to zaraz objaśnimy. Przedewszystkiem przyjęcie w ściślejszem znaczeniu teoryi specyficznej energii zmysłów każe nam zupełnie zwątpić o jakiegokolwiek obiektywnej wartości naszych wrażeń zmysłowych i zrywa wszelką stałą stosunkowość,

zgodną zależność pomiędzy naszymi wrażeniami o zjawiskach, a zjawiskami samemi, dopuszcza *jednolitość* zjawisk świata, wywołującą *rozmaitość* naszych wrażeń tylko dzięki rozmaitości naszych komórek mózgowych. W tym razie wiarogodność naszych zmysłów schodzi istotnie do zera. Racyjonalniej wszakże specyficzną energiją naszych zmysłów trzeba w następujący pojmować sposób:

Jak zmysły nasze dają nam świadomość zjawisk w świecie zewnętrznym się odbywających, tak z drugiej strony, zjawiska świata zewnętrznego miały niewątpliwą wpływ na rozwój naszych zmysłów. Za sprawą bodźców zewnętrznych wyróżniła się z protoplazmy pierwotnej protoplazma czuciowa, za sprawą bodźców poszczególnych wyróżniły się poszczególne odmiany protoplazmy czuciowej. Tylko przez wpływ światła wyróżniła się protoplazma wrażliwa na owe delikatne, chemiczne wpływy światła, tylko przez wpływ drgań dźwiękowych lub cieplikowych wyróżniła się protoplazma wrażliwa na dźwięk lub ciepło i t. d. Ponieważ protoplazma, t. j. treść, ciałek czuciowych obwodowych oraz ośrodkowych w mózgu, przy akcji swej czynności, ulega pewnemu ruchowi cząsteczkowemu, prosta rzecz że częstsze lub energiczniejsze funkcjonowanie tych przyrządów wpływa na własną ich istotę. Processy życiowe elementów czuciowych wzmagają się przez pracę tych elementów, tak jak procesy życiowe elementów ruchowych przez odpowiednią pracę się wzmagają. Wiadomo każdemu że mięśnie nasze się wzmacniają, nabierają zręczności i wytrwa-

łości, a nawet się rozrastają przy umiejętnych i pilnych ćwiczeniach gimnastycznych. Otóż gimnastyka zmysłów wpływa stanowczo na wydoskonalenie nie tylko ich czynności, ale i na wydoskonalenie ich *budowy*—ponieważ wzrost i rozmnażanie się należą do czynności życiowych, rozrastają się i mnożą. W ten sposób pod wpływem czynników zewnętrznych, przybywają po prostu ustrojowi nowe elementy czuciowe wyrastające z już istniejących i powiększające skalę wrażeń danego zmysłu. Dziać się to istotnie może bardzo powoli, ale gdy zwrócimy uwagę na drugi potężny czynnik życiowy—na prawo dziedziczności, to zrozumiemy łatwo, że nowe pokolenie, odziedziczające mały przyrost np. danego organu zmysłowego, zachowuje go i jeszcze bardziej rozwija, a tak w szeregu pokoleń zmysły stawać się mogą coraz to bardziej złożonymi, coraz doskonalszymi przyrządami. W ten też sposób przez szeregi lat tysięcy, w rozwoju wielkiego łańcucha istot uorganizowanych od monery do człowieka, zmysły zrazu proste i niedoskonałe, powoli stopniowo się rozwijały, stawały się coraz bardziej złożonymi przyrządami, aż doszły do tej doskonałości, jaką spostrzegamy w zmysłach korony stworzenia, w zmysłach człowieka. Ćwiczenie i dziedziczność to dźwignie tego rozwoju. Słowem, gdy z jednej strony zmysły dają nam świadomość świata zewnętrznego, to z drugiej strony świat zewnętrzny rozwijał nasze zmysły*). A jeżeli z jednej strony widzimy tak

*) Fakt to doniosłego znaczenia dla sprawy wychowywania

potężny rozwój form w ciałkach obwodowych elementów czucia, które są pod bezpośrednim wpływem bodźców zewnętrznych, z drugiej strony równoległy rozwój komórek mózgowych ilościowy i jakościowy — to jakże można przypuścić, aby pomiędzy temi dwoma biegunami elementów czucia nie było związku przyczynowego? jak można przypuścić, że skład chemiczny, że układ cząstkowy, że wszelki process życiowy we wszystkich włóknach czuciowych jest najściślej jednakowy? że od wszystkich obwodowych ciałek, od siatkówki zarówno jak od skóry naszej, jak od zakończeń nerwowych w błędniku słuchowym i t. d. dopływa zawsze jednorodna w swojej istocie forma pobudzenia i ta sama forma pobudzenia dzięki dopiero swoistym właściwościom komórek mózgowych zmienia

młodzieży. Obowiązkiem racjonalnej pedagogiki być winno, pilną zwracać uwagę na rozwój zmysłów, a zwłaszcza gorliwie rozwijać w wieku młodzieńczym zmysł wzroku, słuchu oraz tak zanedbywany zazwyczaj zmysł mięśniowy, który darzy nas dzielnością, pewnością i miarą. Rozwój taki osiągnąć się daje przez odpowiednie ćwiczenia estetyczne i praktyczne. O ćwiczeniu zmysłów godziłoby się odrębne opracować studjum. Rozwój taki wpływa stanowczo nie tylko na udoskonalenie zmysłów u danego osobnika, ale dzięki prawu dziedziczności i na wydoskonalenie bystrości spostrzegawczej, talentów estetycznych i większej odporności życiowej w społeczeństwach całych. Rozwijającemu wpływowi na zmysły wprawy i dziedziczności, zawdzięczają nietylko rody pojedyncze ale całe ludy uzdolnienia swoje w pewnych kierunkach, któremi w dziejach przyświecały ludzkości. Przytoczmy dla przykładu zdolność plastyczną Greków starożytnych lub talent muzyczny Włochów.

się to na wrażenie wzrokowe, to na dotykowe, to znowu na słuchowe i t. d.? Jeżeli godzimy się na to że dzięki specjalnym i długotrwałym wpływom odmiennych czynników w naturze, ciała rzucone na powierzchnię ciała zwierzęcego uległy wielokrotnemu wyróżnieniu, to przyjąć musimy, że w ślad za rozwijającym się wyróżnianiem się obwodowym, *odmiennę natury pobudzenia*, wywołując odmienny ruch cząsteczkowy w komórkach ośrodkowych, powodowały dalsze wyróżnianie się, rozwój i pomnożenie się tych ostatnich, i idące zatem odmiennie wrażenia w naszej świadomości. Tylko dla tego, że na nerw wzrokowy działają procesy wywołane działaniem światła na siatkówkę, komórki wzrokowe w mózgu odczuwają wrażenia, które nazywamy świetlnymi, jak znowu mechanizm błędnika usznego powoduje to, że komórki słuchowe w mózgu nie doznają wrażeń dotykowych, smakowych i t. d. ale takich, które nazywamy słuchowymi. Swoistość więc oddzielnych kategorii wrażeń zmysłowych, nie zawdzięcza swego charakteru samodzielnemu usposobieniu odpowiednich komórek mózgowych, ale zawdzięcza ten charakter szczególnym wpływom na komórki mózgowie, ciałek czuciowych obwodowych, pomieszczonych w naszych aparatach zmysłowych oraz szczególnym własnościom czynników zewnętrznych, które tu takie, tam inne rodzaju pobudzenie. Powstaje więc pytanie: dla czego jednakże nerw wzrokowy podrażniony mechanicznie powoduje w mózgu wrażenie światła? Dla czego prąd elektryczny wywołuje w uchu wrażenie szmeru, a na języku wra-

żenie smaku, na skórze wrażenie dotyku i ciepła? Odpowiedź na to brzmieć tak powinna; Wrażenia świetlne świadome zależą od specjalnego wpływu światła na siatkówkę, a w szeregu zwierząt wytworzyły się one wyłącznie pod wpływem działania światła. Przez szeregi wszakże rodzajów, komórki mózgowe związane włóknami czuciowymi z ciałkami siatkówki, tak długo, tak bezprzestannie były pod wpływem światła—że ruch ich cząsteczek dzięki prawu dziedziczności i wprawę nabrał takiej łatwości do pewnej formy, która stanowi istotę wrażenia świetlnego, że wszelkie wyprowadzenie cząsteczek tych z równowagi usposabia je do wywołania wrażenia świetlnego, Jeżeli ciału sprężystemu pod dostatecznym ciśnieniem, nadamy raz pewien kształt, to wtedy ciało to wyprowadzone z równowagi swej sprężystości, dążyć będzie zawsze do powrotu do kształtu raz nabytego, i każde dość silne wstrząśnienie kształt mu ten przywróci, jakkolwiek wcale nie działa we właściwych ściśle zastosowanych kierunkach. Sprężystość jest co prawda istotną własnością danego ciała—ale kształt jego nawykowy zależy od warunków i czynników zewnętrznych. Podobnie nieco twierdzić możemy, że gdy nerw wzrokowy przez cokolwiek podrażniony rodzi w mózgu wrażenie świetlne, nerw słuchowy wrażenie dźwiękowe i t. d. nawyk do tej, a nie innej formy pobudliwości, stanowi specyficzną energiją danego nerwu czuciowego lub jego ośrodkowej komórki—ale formę swojej specyficznej energii zawdzięcza, bądź co bądź pokonywającemu wpływowi czynników zewnętrz-

nych. Możemy sobie wyobrazić, że zespoliwszy ośrodkową część nerwu słuchowego z obwodową częścią nerwu słuchowego—słyszelibyśmy barwy ale tak długo póki nawyk by się nie wyczerpał—zwolna bowiem wpływ zewnętrzny wziął by górę i zmusiłby dawniejsze komórki mózgowe słuchowe do przedziergiwienia się w komórki wzrokowe.

Jakkolwiek wszakże szeregi czynników zewnętrznych powodują szeregi wrażeń zmysłowych—jakkolwiek dany czynnik zewnętrzny mógł, dzięki naturze naszej protoplazmy czuciowej wywołać w niej takie a nie inne wrażenie—nie mniej wszakże samo wrażenie i wrażenie to rodzący dany czynnik zewnętrzny nie mają żadnej innej wspólności ze sobą, prócz nierozzerwalnego związku przyczynowego. Jak broń myśliwska i cios zadany zwierzynie, nie są wcale do siebie podobne, choć związkiem przyczynowości i następstwa związane tak czynniki świata zewnętrznego i te wrażenia, które one w nas wywołują nie mają najmniejszego ze sobą podobieństwa. I trudno byłoby dopuścić nawet istnienia jakiegokolwiek podobieństwa. Bo jakże wyobrazić sobie, aby wśród eteru przestrzeni i wśród protoplazmy elementu czuciowego odbywać się mogły dwa identyczne w swojej istocie zjawiska? Tak zwane zatem poznawanie natury, nie jest stanowczo czem innym, jak tylko poznawaniem naszych wrażeń zmysłowych; jest ona tylko świadomością processów, odbywających się w naszych elementach

czuciowych—których przyczynę, ale nie podobiznę stanowią zjawiska zewnętrzne. Jak niepodobnym jest np. zmieniony skład krwi naszej, a mianowicie przy niedostatku w niej wody do poczucia pragnienia jakie w nas brak ten budzi, jak niepodobnym jest koniec ostry igły kolącej ciało nasze, do uczucia kolącego bólu; tak też niepodobnymi są drgania eteru pobudzone przez processy fizyczno-chemiczne na słońcu, do uczucia światła, jakie wzrok w świadomości naszej wytwarza, tak niepodobne są fale powietrza drgającego pod wpływem struny smyczkiem pociąganej do poczucia dźwięku, jakie słuch w nas wzbudza. Można słusznie twierdzić, że na świecie niema ani światła, ani barw i cieniów, są tam tylko ruchy eteru, a światło i barwy, istnieją dla nas tylko dla tego, że protoplazma w nas czująca, takiej, a nie innej jest natury,—że w świecie nas otaczającym niema żadnych zgoła szmerów, ani huków grzmotów, ani łoskotu życia, ani dźwięków piersi ludzkiej, są tylko drgające ciała, poruszające się fale, a dźwięk i szmer wszelki istnieje tylko w naszej świadomości, dzięki naturze naszej protoplazmy czującej. Przez pośrednictwo zmysłów naszych cały świat nas otaczający, przelewa się do świadomości naszej, ale ten świat jak on w świadomości naszej wygląda i ten świat, który w istocie zewnątrz nas istnieje—to rzeczy zupełnie różne. Pomimo całego bogactwa naszych przyrządów zmysłowych, świat sam w sobie jest dla nas nieprzeniknioną zasłoniętą tajemnicą.

Niewątpliwa ta prawda wywołała w niektórych umysłach rodzaj filozoficznej rozpacz, niektóre szkoły filozoficzne głosiły też, że wrażenia nasze zmysłowe to są złudzenia tylko, że żadnej wiary przypisywać świadectwu ich nie należy, a niewłaściwe pojmowanie tej własności zmysłów naszych nieraz już wiodło umysł ludzki na manowce, dyskredytując całą dziedzinę badań przyrodniczych, a zachęcając jedynie do wiązania ogniów wiedzy naszej z nici transcendentalnych własnego ducha naszego. Bez wątpienia, świat zjawisk sam w sobie jest dla nas nieprzystępnym, ale zapominać o tem nie godzi się, że wpływ tego świata na nas, o tyle tylko nas dotyka, o ile przez nasze wrażenia zmysłowe w nas się odbija. Pamiętać też o tem należy, że uczucie światła ciepła, dźwięku i t. p. nie jest w naturze istotnem światłem, ciepłem, dźwiękiem i t. d., ale że zawsze jeden i ten sam ruch w świecie zewnętrznym, obudza w nas jedno i to samo wrażenie, a w tym względzie zmysły nasze są nieomylnymi. Nasze wrażenia zmysłowe to nie powtórzenie w nas zjawisk świata zewnętrznego, ale to są symbole tych zjawisk, symbole stałe i niezmiennie dla każdego ze zjawisk istotnych.

Jakaż różnica zachodzi pomiędzy brzmieniem wyrazów mowy naszej, a istotną treścią zjawisk, uczuć i czynów, które wyrazy te określają?! Wszakże wyraz „miłość” lub „nienawiść” nie jest powtórzeniem całej sprawy związanej ze stanem ducha naszego, ale jest dobrze rozumianym, bo stałym i niezmiennym

symbolem tej sprawy. Czytając, czytamy wyrazy więc symbole—ale te symbole wiernie, nie uludnie malują nam rzeczywiste szeregi zjawisk. Otóż pewne podobieństwo przedstawiają wrażenia nasze zmysłowe i one są niczem więcej tylko symbolami, ale gdy my zmysłami naszymi czytamy księgę natury to tu wystarczają nam same symbole, bez istoty rzeczy za symbolami temi się kryjącej, a to dlatego, że z jednej strony symbole te nie sztucznie, ale naturalnie i ściśle się wiążą z bytem istotnym, z bytem w samym w sobie, z drugiej strony dlatego, że ściśle są one związane z treścią naszego ja, z naturą naszego ustroju. Wszystko nam jedno czem jest sam w sobie taki lub inny ruch eteru, wobec tego, że pewien jego ruch daje nam rozkosze światła, inny przykre zmroku uczucie.

Rozprawy o absolutnej wiarogodności zmysłów naszych, stają się śmiesznymi wobec dwu potęg, które nami przez całe życie, jak marnym, bezsilnym miotają pyłkiem—wobec *rozkoszy* i *cierpienia*. Wspólną bowiem wszystkich wrażeń zmysłowych własnością są dwa stany ich podniesionego napięcia w kierunku dodatnim lub ujemnym dla sprawy życiowej ustroju, które nazywamy rozkoszą i cierpieniem. Uczucia bólu i cierpienia chcemy się pozbyć, wszystko nam jedno, czy ono jest symbolem takiego lub innego drgania cząstek w świetle zewnętrznym. Rozkoszujemy się wrażeniami piękna, grą barw, harmoniją dźwięków, plastyką kształtów o tyle, o ile pewne, obojętne zresztą dla nas zjawiska naturalne same w so-

bie, wywołują w świadomości naszej poczucie zadowolenia. Uprzypomnijmy sobie dreszcz rozkoszy—zgrzyt cierpienia—któż sam na sobie nie doznał potęgi dwu tych stanów świadomości naszej? Przecież przywiązanie do życia, uczucie samozachowawcze jest nieodłączną cechą wszelkiego niemal życia, a z życiem tu na ziemi nas łączą wrażenia zmysłowe i wytwarzane przez nie cierpienia i rozkosze, które w duszy naszej dopiero wysnuwają całą tkaninę wspaniałą wrażeń moralnych, duchowych. Wyjątkowe tylko ofiary wielkich cierpień i zawodów, wyswabdzają się z pod tej potężnej siły, która do życia wiąże. Zarówno cierpienia jak i rozkosze moralne wiążą się koniecznie z elementami wrażeń zmysłowych na drodze współuczucia. Gdy doznajemy idealnej rozkoszy ze spełnienia uczynku miłości bliźniego, gdy głodnego karmimy, nagiego odziewamy, choremu w cierpieniach ulgę przynosimy, to rozkosz ta moralna wiąże się koniecznie z przyczynianiem rozkoszy lub z usuwaniem cierpień fizycznych więc zmysłowych bliźniemu naszemu. Rozkosz moralna w dziedzinie poznania, również mniej lub więcej pośrednio wiąże się z dziedziną wrażeń zmysłowych, nie tu zresztą miejsce rozwodzić się, że elementem składowym ideała prawdy—jest a przynajmniej być winien zawsze ideał dobra. Wszakże tylko w takim uduchownieniu, w takim przeniesieniu do naszych uczuć moralnych, w poczuciu altruistycznym elementu zmysłowego rozkoszy, bądź w miłości bliźniego, w miłości ojczyzny, ludzkości zresztą całej, w miłości piękna pra-

wdy i dobra—podnieść się może rozkosz życia do najwyższych szczytów swej potęgi. Czyste wrażenia zmysłowe dać nam mogą bardzo tylko ograniczone i w natężeniu i w trwaniu puczucia rozkoszy. Gamma rozkoszy zmysłowych jest niesłychanie ubogą w stosunku do zachwytyłów ducha naszego, a z drugiej strony jest ona także nieskończenie ubogą w porównaniu z gamma cierpień, jakich wrażenia zmysłowe czynić nas mogą ofiarami. W kierunku cierpienia to wrażenia duchowe i zmysłowe idą niemal na wyścigi o lepsze, a istnieją cierpienia fizyczne wobec których bledną nawet moralne cierpienia. Obraz rozkoszy fizycznej odbity w wyobraźni naszej zyskuje wielce na blasku—obraz cierpienia fizycznego odbity w naszym współczuciu nie dorównywa sile oryginału, może dla braku wprawy — nie lubimy wmyślać się i zbyt żywo w wyobraźni naszej odtwarzać cierpień których sami nie doznajemy. Nawet cierpienia fizyczne własne nie radzi jesteśmy w wyobraźni swęj odświeżać, dla tego łatwo o nich zapominamy. Któż kiedykolwiek nie doznawał okropności zmysłowych cierpień, szczęśliwy kto ich nie doznawał w całym ich strasznym natężeniu. Toż cieniutki zaledwie widzialny koniec igły—jakiż dotkliwy sprawia cierpienie gdy wdraża w skórę naszą, proszę sobie wyobrazić ból paznogcia odrywanego od łożyska swojego, a cieńsze od włosa ostrze noża jakąż trwogą przejmują ludzi. Któż zdoła obojętnie znośić marny, widzialny zaledwie pyłek gdy ten między powiekę a oko się dostanie, nieznośny ten ból przerwie nam najwyż-

szy zachwyty duchowy, zmusi nas do zapomnienia o udręczeniach moralnych w danej chwili. Któż nie bez niewypowiedzianego cierpienia zatrzyma w ustach ciało wstrętnego smaku, czyż nie byłaby to istotna męczarnia być zmuszonym do oddychania powietrzem przepełnionem wonią trupiej zgnilizny, a przecież woń przykra to nie nóż krew wytaczający, ani żar palący nam ciało. Chyba nikt z szanownych czytelników nie doznał a mało kto wymyślał się w szalone cierpienia pragnienia lub głodu, który nędzę prowadzi do zbrodni. Z wielką też prawdą kładzie Dante w usta Ugolina, w którego oczach własne jego dzieci z głodu pomarły, te słowa:

„Krzyczałem z żalu, a nakoniec z głodu,
Bo głód był jeszcze sroższy od żalości”.

Gdy pomyślimy jeszcze ile cierpień nam sprawia samo pragnienie, sama tęsknota za wrażeniami, które w oczekiwaniu wydają się nam więcej rozkosznymi niż w urzeczywistnieniu się ich, gdy uprzytomnimy sobie całą okropność niezliczonych cierpień fizycznych, które dotyczą nas samych lub tych których kochamy, może przyznamy słusność tym szkołom filozoficznym, które twierdziły—że tu na ziemi naszej, rozkoszy właściwie wcale niema, a istotę rozkoszy stanowi usunięcie cierpienia, istotę szczęścia—brak nieszczęścia.

Bez względu zatem na symboliczny charakter naszych wrażeń zmysłowych, bez względu na to jakim jest byt sam w sobie, bez względu na to, że świat jak my go przez nasze zmysły znamy jest tylko złudzeniem—nietylko że nie mamy żadnego prawa do

Dodatek do nr-u 10-go „Wędrowca.” Wrażeń. zmysł. 16

nihilizmu filozoficznego, ale owszem świat naszych wrażeń zmysłowych nakazuje nam uznać za najżywotniejszą, najpilniejszą, najpodnioslejszą ideę naszych życiowych dążeń, ideę „miłości bliźniego”. Usuwać i zmniejszać cierpienia zmysłowe na ziemi, rozwijać altruistyczne pragnienia, uszlachetniać i potęgować skąpe rozkosze zmysłowe przez wcielanie ich w dziedzinę ducha — będzie też nigdy niespożytą dźwignią zabiegów ludzkości, pomimo względności naszych wrażeń zmysłowych.

KONIEC.

75-



TREŚĆ.

Przedmowa str. 3—6. Wrażenia zmysłowe stanowią treść pierwotną ducha naszego str. 7—13. Protoplazma istot jednokomórkowych, posiada już własności czucia i ruchu str. 14—19. Cechy wrażliwości pierwotnej protoplazmy str. 19—21. Następuje z rozwojem istot organicznych wyróżnienie się protoplazmy na posiadającą wyłącznie własność czucia i wyłącznie własność ruchu—nerwy i mięśnie str. 21—29. Przykład działania mięśni pod wpływem pobudzenia nerwowego str. 29—31. Typ anatomiczny elementu czucia str. 32. Dalsze wyróżnienie się elementów czuciowych str. 33—38. Schemat układu elementów czuciowych w ustroju str. 41. Przyrząd zmysłowy anatomicznie uwydatniony str. 38—41. *Zmysły materialne* str. 42—105. Zmysł dotyku str. 42—48. Zmysł smaku str. 48—59. Zmysł powonienia str. 59—79. Zmysł słuchu str. 79—105. *Zmysły dynamiczne* str. 105—169. Zmysł wzroku str. 105—145. Zmysł ciepła str. 146—162. Zmysły w obec elektryczności str. 163—168. *Zmysły życiowe* str. 169—184, Zmysł mięśniowy str. 170—179. Zmysł duszności, pragnienia i głodu—wewnętrzny str. 179—184. Tożsamość zasadniczych cech wrażliwości u człowieka i w najniższych ustrojach str. 184—202. Duch nasz urabia materiał dany mu przez zmysły za pomocą pamięci i doświadczenia str. 202—221. Prawa psychofizyczne Webera i Fechnera str. 222—225. Jak należy pojmować tak zwaną specyficzną energiją zmysłów? str. 225—235. Wiarogodność wrażeń zmysłowych. Ich względność. Cierpienia i rozkosze zmysłowe. Nieskończoność pierwszych, skąpość drugich. Wniosek etyczny str. 235—242.



8984/1



8984 /
1