

B
VF
JW

28847

S HORTYŃSKI T. J.

28847

Z FILOZOFJI PRZYRODY

FILOZOFICZNA JEDNOŚĆ ORGANI-
ZMU WOBEC NAJNOWSZYCH BA-
DAŃ BIOLOGICZNYCH. — ATOMY
ENERGJI. — ENERGJA I MATERJA
❖ ❖ WE WSZECHŚWIECIE. ❖ ❖

KRAKÓW 1929

NAKŁADEM „WIADOMOŚCI KATOLICKICH”

<http://rcin.org.pl/ifis>

KS. FELIKS HORTYŃSKI T. J.

28847

Z FILOZOFJI PRZYRODY

FILOZOFICZNA JEDNOŚĆ ORGANI-
ZMU WOBEC NAJNOWSZYCH BA-
DAŃ BIOLOGICZNYCH. — ATOMY
ENERGJI. — ENERGJA I MATERJA
❖ ❖ WE WSZECHŚWIECIE. ❖ ❖

III. 35

KRAKÓW 1929

NAKŁADEM „WIADOMOŚCI KATOLICKICH“

<http://rcin.org.pl/ifis>



L.: 10111/29

28847

Pozwalamy drukować
Z Książęco-Metropolitalnej Kurji

Kraków, dnia 30. XI. 1929

L. S.

† Adam Stefan

K.

9. 4. 64

Dr. Anolcy
lit.
<http://rcin.org.pl/ifis>

FILOZOFICZNA JEDNOŚĆ ORGANIZMU WOBEC NAJNOWSZYCH BADAŃ BIOLOGICZNYCH.

Filozofowie dawni nie mieli żadnego powodu do patrzenia na organizm inaczej, jak na jednostkę życiową, której części składowe kierują i podporządkowują swe czynności do wspólnego celu, a jest nim dobro i pożytek całego organizmu. Organizm, wedle nich, to jedność najściślej zespolona, chociaż złożona z dwóch zasadniczych czynników, materji i formy, zwanej tu duszą i często stanowiącej właściwy pierwiastek życiowy. Pogląd taki, oparty na makroskopowej obserwacji, to jest na przypatrywaniu się nieuzbrojonem we szkła okiem istotom żywym, ich cechom i zewnętrznej ich budowie, nie napotykał ze strony biologji na żadne poważniejsze trudności—aż do chwili, kiedy nauka, uzbrojona w nowy przyrząd, stanowiący jakby niesłychanie daleko

sięgające przedłużenie zmysłów, nie doszła do poznania innej, bo drobnoustrojowej jednostki życiowej, zwanej komórką, stając przed nową zagadką i pytaniem: jaki jest stosunek tego tworu do organizmu. — Po dwuwiekowych, zmudnych a wytrwałych wysiłkach i badaniach najwybitniejszych mężów nauki, biologia doszła do posiadania niewzruszalnej prawdy, że każdy organizm wielokomórkowy powstaje i składa się z komórek i istoty międzykomórkowej, która jednak także jest wyłącznie i całkowicie wytworem żywych komórek organizmu. Prawda, że te komórki różnią się między sobą wybitnie zarówno co do kształtów jak i czynności, bo począwszy od komórek takich np., jak komórki nasienne lub krwinki, których w jeden milimetr sześcienny możnaby pomieścić przeszło dziesięć milionów, aż do komórki nerwowej u zwierząt wyższych, długiej na metr przeszło, lub komórek jajowych ptaków, jak strusia i innych, znajdujemy wśród komórek w skład organizmu wchodzących, wielkości i kształty przeróżne, pośrednie, odpowiednie do roli, jaką komórce ma przypaść w organizmie. Role zaś te i funkcje są znowu niezmiernie rozmaite, gdyż jedne komórki, stanowiące części składowe systemu odżywczego, bądź wydzielają pewne

tak zwane trawiące substancje, bądź chłoną miazdrę już zaprawioną, inne znów, jak mięśniowe, służą do wykonywania czynności ruchowych, czyto miejscowego ruchu robaczkowego, jak u mięśni gładkich, czy też, jak mięśnie prążkowane, dokonują przenoszenia lub pracy całego systemu, inne wreszcie odbierają i przenoszą owe tak tajemnicze wrażenia, lub roznoszą nakazy dla innych komórek — cały tom trzeba by spisać, by wszystkie te rozmaite komórki, ich kształty, czynności i znaczenie w organizmie dokładniej przedstawić, o ile wogóle to nauce dzisiejszej jest znane. Przecież w najnowszej biologji istnieje osobna gałąź nauki, zwana cytologją, zajmująca się tylko komórką, jako taką.

A rozmaitość budowy i działania, ściśle i stale wyznaczona dla każdego rodzaju komórek w organizmie, większego jeszcze nabrać musi znaczenia, gdy sobie uprzytomnimy, że istnieją organizmy, nie złożone bynajmniej z wielu komórek, lecz każdy z nich jest jedną, jedyną, samodzielnie i niezależnie żyjącą komórką. Samych gatunków takich organizmów nauka dziś już zna liczne tysiące, podzielone na wielkie grupy, takie jak na przykład bakterje, pierwotniaki, lub okrzemki. Osobnik każdy takiego pierwotniaka, dla oka nieuzbrojo-

nego przedstawiający się nieraz jako ledwie dostrzegalny pyłek, pod mikroskopem okazuje piękną strukturę. Widać tam otwór, jakby jamę ustną, przez który do wnętrza żyjątki wraz z prądem wody przypływa tak zwany detritus organiczny, powstający z rozkładu organizmów wyższych, lub bakterje, służąc na pokarm tego stworzonka. Widać dalej i bańkę, jakby nerkę, której pojemność w oczach się zwiększa, by nagle się wypróżnić i zniknąć i znów rósć; można dostrzec często i jądro wielkie, złożone nieraz z licznych części i rzęski ciągle i szybko się poruszające, rozróżnić można szczegóły w budowie samej plazmy. Choć wszystko to razem jedną jest tylko komórką, to pierwotniak cały mimo to jest istotą, wykazującą w sposób doskonały wszystkie zasadnicze cechy istoty żywej, mianowicie rodzi się, rośnie, asymiluje pokarm czyli odżywia się i wreszcie umiera. Czasem co prawda kilka lub więcej takich pierwotniaków tkwi jakby listki na jednej wspólnej łodydze, tworząc kolonję stale ze sobą zrośniętą. A gdy dalej badamy drobnoustrojową budowę innych znów zwierząt, dostrzegamy między nimi takie, jak na przykład gąbki lub hydry, których pojedyncze osobniki niewiele prawie się różnią od kolonji pierwotniaków jednokomórko-

wych, gdyż ciało ich składa się z szeregu komórek mało zróżniczkowanych, to znaczy zarówno budową jak i funkcjami swemi niewiele się różniących. Nic więc dziwnego, że wobec przytoczonych powyżej faktów przyrodnicy postawić sobie musieli pytanie, czy może i organizmów zwierząt wyższych i najwyższych, a więc i człowieka, nie należy uważać raczej za kolonję, złożoną z bardzo licznych komórek — u człowieka podaje Kopsch ich liczbę na ośm biljonów — zlepionych ze sobą bezpośrednio lub zapomocą istoty międzykomórkowej i na wspólne bytowanie skazanych, lecz pozatem zupełnie samodzielnych, a tylko produkty swoje i czynności ofiarujących dla dobra—lub zła—całości? Wedle takiego poglądu organizm wyższy nie byłby niczem innym, jak tylko społecznością i państwem samodzielnych bytów—komórek, z których może każda, ożywiona Leibnitzowską monadą, stanowi oddzielne życiowe indywiduum, lecz tak organicznie spojone z innymi współobywatelami, że monada całego organizmu samowiedzą swą zasłania i przyłśniewa samowiedzę poszczególnych komórek.

Oczywiście pogląd taki, o ile odniesiemy go do organizmu ludzkiego, ze stanowiska filozofji chrześcijańskiej ani chwili utrzymanym

być nie może, niszczy on bowiem metafizyczną jedność substancji człowieka, gdy więc od strony filozofji do problemu tego się zbliżymy, jest on z góry rozstrzygnięty. Organizm człowieka, a stąd także i organizm zwierzęcia jest nietylko funkcyjnie ale i pojęciowo tak czemś jednym, tak w swych wszystkich większych i drobniejszych częściach ku jedności skierowanem, że nie może być mowy o rozbiściu go, nawet pojęciowo, na pojedyncze części, związane ze sobą nie koniecznością bezwzględną jedności wewnętrzznego celu, lecz tylko jakąś autonomiczną, dowolną dążnością atawistyczną do jedności społecznej z innymi komórkami, jak pszczoły z rojem całym i mrówki z mieszkankami tego samego kopca. Jednem słowem, forma organizmu całego, jak jego wewnętrzny pierwiastek życiowy, jest tylko jedna, a jest ona nietylko formą wspólną, ogólną całego organizmu, lecz jest także formą bezpośrednią każdej z jego części, a więc każdej komórki. To filozoficznie jasne i proste.

Ciekawem jednak niezmiernie było obserwowanie, jak z nowem pytaniem zasadniczem o organizmie: społeczeństwo komórek, czy jedność bezwzględna bytowania—radzi sobie fizjologja i wogóle biologja, a więc nauki czysto

doświadczalne, które chętną się tem, iż odrzucają wszelkie dociekania metafizyczne, a stoją, przynajmniej stać pragną, jedynie na faktach doświadczalnych. Czyli innemi słowy, czy fakty zdobyte dotychczas przez naukę doświadczalną sprzyjają raczej teorii jedności organizmu, czy też społecznej, autonomicznej wielokomórkowości? I na wstępie odrazu wyznać trzeba, że nauka bezstronna, nie spaczona apriorystycznymi doktrynami, dzisiaj nietylko nachyla się, ale stanowczo się przechyliła na stronę bezwzględnej jedności organizmu. I chociaż naprzykład z jednej strony nauczono się z biegiem badań rozróżniać coraz ściślej rozmaite tkanki i komórki w organizmie, i to nietylko różne budową, ale ściśle i jakby autonomicznie wykonywujące im tylko swoiste czynności, to jednak ta sama histologia wskazuje, że nie można utrzymywać, jakoby komórki pojedyncze były hermetycznie od siebie oddzielone, ale owszem da się wykazać, że najważniejsza substancja życiowa, plazma, jest jakby czemś ciągłym, poprzez cały organizm, lub przynajmniej przez jego liczne odcinki. Między wieloma komórkami znachodzą się tak zwane mostki plazmatyczne, które łączą plazmę jednej komórki z drugą, w innych znowu napotyka się na tak zwane anastomozy,

wikłające nie tylko sąsiednie, ale i dalsze komórki między sobą, tak, że w miejscach granicznych niepodobna powiedzieć gdzie kończy się jedna komórka, a gdzie zaczyna druga. Prócz tego istota międzykomórkowa, która w tkankach takich jak kość, tkanka łączna, chrząstka itp. ważną odgrywa rolę, choć jest już jakby poza komórką, to przecież jest wytworem komórek, jednoczy więc całe zbiory komórek w jedną całość. Dalsze badania pokazały także, że i funkcje komórek, czyto ruchowe, czy wydzielnicze lub wydalnicze, nie mają i mieć nie mogą za cel samą tylko ową czynność wykonującej komórki, lecz całość organizmu, i stąd odnoszą się i kierują potrzebami komórek bardzo daleko nieraz odległych. Gdy komórka gruczołu śliniankowego wydziela ptialinę, służącą do przemiany skrobi na cukier, gdy komórka ścian żołądka produkuje kwas solny, lub pepsyny, trawiące białko, to rzecz jest oczywista, że z tej chemiczno-biologicznej pracy komórki korzystać będzie i musi cały organizm, zarówno dana komórka wydzielnicza, jak i każda inna, nabłonkowa, nerwowa lub mięsna, położona daleko na krańcu organizmu, na końcu palca lub szczytce głowy.

Pogląd ten na ontologiczną i funkcyjną

bezwzględną jedność wewnętrzną organizmu znalazł jednak najwyższe potwierdzenie w pracach i teorjach znakomitego fizjologa niemieckiego Pflügera, odnoszących się do systemu nerwowego. Wedle twierdzeń Pflügera, przyjętych dziś bezwzględnie przez wszystkich fizjologów, cały organizm aż do najdalszych swych kończyn, połączony i poprzeplatany jest jakby przez druty telegraficzne, przez system włókien i nitek nerwowych, przyczem stacje centralne, odbiorcze i wysyłające, znajdują się w ośrodkach bądź systemu nerwowego centralnego, to jest mózgu i rdzenia, bądź ganglionów, splotów komórek sympatycznego układu nerwowego. Podłożem zaś świadomości, czyli tak zwanego zmysłu wewnętrznego, jest zdaje się głównie kora mózgowa ze swemi olbrzymimi komórkami piramidowemi. System nerwowy nietylko przyjmuje i do świadomości doprowadza oddziaływania świata zewnętrznego w postaci tak zwanych wrażeń zmysłowych, nietylko wysyła od rdzenia dla mięśni prądkowych rozkazy odruchów, a od mózgu rozkazy ruchów świadomych, ale zespała on i kojarzy czynności organizmu nawet od woli niezależne, czyto np. ruch mięśni gładkich, kiszek lub innych organów, czy nawet działania chemiczno-biologiczne, wydzielnicze i wy-

dalnicze lub chłonnae poszczególnych komórek. Dziś już wiadomo na pewno, że wydzielanie soków trawiących nie odbywa się wyłącznie pod wpływem mechanicznego drażnienia przechodzącego pokarmu, lecz pod wpływem systemu nerwowego, na który pokarm przez zmysły działa. I wiadomo, że przyrządzenie pokarmów smacznie i podawanie ich estetyczne, jako korzystnie działające na zmysły, niezmiernie przyczynia się do strawności, a więc i wartości odżywczej pokarmu. Tak więc chociaż każda z komórek organizmu ma do spełnienia ściśle określone zadanie, to jednak nie jest ona bynajmniej jakąś istotą oddzielnie bytującą, obywatelem w autonomicznym państwie komórek, odrębnym organizmem, a czynności jej i ich sprawność podlegają w bardzo wielkiej mierze, normalnie mówiąc nawet wyłącznie rozkazom, podanym przez system nerwowy, który w ten sposób do reszty sprawia, że organizm jest czemś jednym w samym sobie, bytuje bytem wspólnym. Wszystkie czynności jego części poszczególnych są czynnościami całego organizmu, pojętego jako jedna, oddzielna istota żywa, obdarzona jednym wspólnym systemem nerwowym.

Wprawdzie i tu, w tym najważniejszym dla naszej kwestji punkcie, mianowicie w py-

taniu, czy sam system nerwowy jest czemś jednym, całością, czy też może i on jest także zlepkiem społeczności pojedynczych komórek, napotkać można na pewne pozorne trudności i różnice mniemań. Dzisiejsza histologia stoi mianowicie na stanowisku tak zwanej teorii neuronowej. Utrzymuje ona, że cały system nerwowy składa się z pojedynczych komórek, opatrzonych jedną dłuższą wypustką, idącą nieraz aż do krańców organizmu, zwaną neurytem i prócz tego większą często ilością wypustek bardzo rozgałęzionych, zwanych dendrytami. Całą zaś komórkę nerwową wraz z wszystkimi jej wypustkami, z neurytem i dendrytami, zwie się dzisiaj za Waldeyerem, neuronem. Wyrostki nerwowe, zwłaszcza zaś dendryty, w miarę jak oddalają się od komórki macierzystej, z której wychodzą i której są przedłużeniem, rozgałęziają się na coraz to liczniejsze i coraz delikatniejsze włókienka, zapomocą których wchodzą w zetknięcie bezpośrednie z włóknami komórek sąsiednich, przyczem z takich końcowych włókienek powstają niezmiernie subtelne siateczki, rozciągające się zwłaszcza nad systemem centralnym nerwowym, a mające za zadanie fizjologiczne stworzenie funkcyjnego kontaktu pojedynczych komórek nerwowych. Jakkolwiek zapomocą

metody wynalezionej przez Golgiego, umiemy włókienka te nawet najsubtelniejsze i złożone: z nich siateczki śledzić do najbardziej krańcowych kończyn, jednak do dziś dnia nie zdołali histologowie rozstrzygnąć sprawy zasadniczej, która dla naszego obecnego tematu ma niezmiernie ważne znaczenie, mianowicie, czy w tych siateczkach włókienka komórek jednych przechodzą w drugie, jakby ich nieprzerwane, ciągłe przedłużenie, czy też włókienka jednych komórek stykają się tylko, przylegają do siebie. Dawniejsi uczeni, jak Gerlach, Virchow, a z początku i Golgi, przechylali się ku pierwszej teorji, później pod wpływem Golgiego i Klikera przemogła teorja druga, prostego przylegania kończyn nerwowych. Obecnie jednak po pracach Gerlacha i Hallera nie ulega zdaniem Kopscha *) wątpliwości, że w niektórych miejscach organizmów wykazano z wszelką pewnością istnienie siatki nerwowej ciągłej. Tak więc zarówno funkcyjnie, jak i co do budowy anatomicznej można uważać system nerwowy nie za zbiór pojedynczych, autonomicznych komórek, lecz za tkankę, złożoną wprawdzie z komórek, lecz równocześnie ze-

*) Kopsch: Anatomie des Menschen, t. V str. 6 Lipsk 1920 r.

spojoną i złączoną wewnątrznie włóknami plazmy.

Komórka nerwowa tak pod względem budowy, jak działania i przenoszenia podrażnień przedstawia z pewnością najwięcej zagadek dla badacza, i to zarówno dla biologa, jak i psychologa, toteż koło niej toczyły się zawsze i trwają do dzisiaj największe spory naukowe. Samo nawet powstanie i rozwój tej komórki w organizmie wyższym i u człowieka wiele nastęczało trudności. Jak wiadomo, wedle przyjętej powszechnie dziś w biologji teorii, każdy organizm wyższy powstaje z jednej komórki, która następnie przez dzielenie się wytwarza gronko komórek, zwane morrulą; przez dalsze mnożenie się komórek powstaje żeń pęcherzyk blastula, z niego zaś w dalszem stadjum rozwoju, gastrula, żołądeczek, twór złożony już z trzech warstw komórkowych, stanowiących tak zwane listki zarodkowe, z których wytwarzają się następnie organa osobnika. Otóż, że z zewnętrznej warstwy gastruli, z tak zwanej ektodermy, powstaje potem skóra czyli powłoka wierzchnia organizmu, to zupełnie nic nie jest dziwnego, ale to jest niezmiernie ciekawe, że z tejże samej ektodermy powstaje także ta część organizmu, która jest potem najgłębiej ukryta, bo właśnie

system nerwowy i odbiorcze części nerwowe narządów zmysłowych, jak siatkówka oka, lub narząd słuchowy Cortiego. W wierzchniej części gastruli zaczynają mianowicie komórki ektodermy bujać szybciej, to znaczy mnożyć się szybko przez dzielenie, tak, że utworzą wnet podłużną tarczkę, która zmieni się w rurkę, tworzącą pierwszy początek rdzenia i mózgu. Te rzeczy już na tyle są zbadane, że wątpliwości nie przedstawiają, chodzi jednak o to, w jaki sposób komórka nerwowa otrzymuje te swoje tak długie, bo nieraz metr przeszło wynoszące wypustki, któremi dosięga samej prawie powierzchni skóry. Wedle poglądów dawniejszych histologów dzieje się to w ten sposób, iż od powierzchni ciała aż do komórki nerwowej, leżącej wewnątrz organizmu, układa się łańcuch komórek protoplazmatycznych, które następnie przekształcają się na włókna nerwowe i zlewają się z centralną komórką nerwową w jedną całość, dając twór podobny do jednej komórki. W ten sposób neuron powstawałby ze zlania się wielu komórek. Ramon y Cajal zasadniczemi swemi pracami dał jednak początek pogładowi innemu, dotychczas panującemu, że mianowicie włókno nerwowe jest tylko wypustką komórki i od początku tworzy z nią jedną całość.

W roku 1922 wydał prof. Jean Nageotte książkę *) niezmiernie ciekawą, gdzie opisuje cały szereg własnych doświadczalnych badań nad nerwami i nad tkanką łączną, badań, które z pewnością znajdą wielki oddźwięk po całym świecie naukowym i w niejednym punkcie stanowią będą punkt zwrotny w dotychczasowych kierunkach myśli. Otóż w tej książce Nageotte łączy obie powyższe teorie o powstaniu tkanki nerwowej. Żeby jego wywody bardzo ciekawe i ważne zrozumieć, przypomnieć sobie trzeba, że neuryt, owa wypustka komórki nerwowej, w przeważnej części wypadków, w pewnej odległości po wyjściu z komórki macierzystej otrzymuje dwie osłonki, zwane pochewkami, z których bliższa, bezpośrednia, zwie się pochewką rdzeniową, a dal-sza pochewką Schwanna. Doskonałym obrazem objaśnia to Kopsch †). Przedstawmy sobie mianowicie rurkę szklaną, przez którą przewleczono cienkie niteczki i wypełniono ją wodą, a z wierzchu otoczono rurkę jakąś po-

*) Jean Nageotte: L'Organisation de la matière dans ses rapports avec la vie: études-d'anatomie générale et de morphologie expérimentale sur le tissu conjonctif et le nerf. — Paris, Alcan. 1922. — Podaje wedle obszernej recenzji E. W. Mac Bride'a w *Nature* z 20-go stycznia 1923.

†) Lehrbuch der Anatomie des Menschen.—Lipsk 1920. t. I. str. 137.

włoką. Wiązka niteczek wewnątrz rurki to właśnie owa wypustka komórki nerwowej, ów neuryt, który składa się z wielkiej liczby bardzo subtelných włókienek, fibril nerwowych, wychodzących z komórki, a połączonych substancją międzywłókienkową, przedstawioną w naszym modelu przez wodę. Z jak jednak subtelnymi tworami mamy tu do czynienia, można poznać z tego, że grubość całego neurytu wynosi dwie tysięczne do jednej tysięcznej części milimetra. Ściany rurki szklanej wyobrażą nam otoczkę rdzeniową, zaś powłoka rurki to pochewka Schwanna.

Nie wchodząc w zbyt szczegółowe opisy mikroskopowego obrazu, jaki przedstawia taki neuryt ze swemi pochewkami, zaznaczyć tylko jeszcze trzeba, że w pochewce Schwanna dostrzec można co pewien odcinek jądro komórkowe. Wracając tedy do teorii Nageotte'a, twierdzi ten badacz, że neuryt istotnie, jak to mówił Cajal, wyrasta z komórki nerwowej, ale zanim wyrośnie stamtąd, ustawić się musi wzdłuż jego przyszłej drogi łańcuch komórek ektodermy, i wzdłuż tego łańcucha rośnie wypustek nerwowy, komórki zaś łańcuchowe wytworzą następnie osłonkę Schwanna, zaś otoczka rdzeniowa jest wytworem samego neurytu. Widzimy tu więc jasno, jak w sposób

dziwny a tajemniczy wszystkie komórki organizmu są w swych czynnościach i powstaniu kierowane jakąś jedną, do jednego celu, bo do dobra całego organizmu dążącą dążnością, a ten łańcuch, czy szpaler komórek, ustawiających się niewiedzieć dlaczego i pod czym wpływem wzdłuż drogi, którą neuryt ma się rozrastać, i to zlewanie się tych komórek w jedną organiczną całość, otoczkę Schwanna, jest chyba niezrównaną ilustracją, że organizm cały to coś bezwzględnie jednego, a nie jakieś społeczeństwo demokratyczno-komunistyczne samorządnych współobywateli.

Ale dziwniejsze dzieją się rzeczy, gdy w organizmie już dojrzałym włókna nerwowe, neuryty, zostaną przecięte. Mało kto chyba z czytelników nie doznał w życiu swoim niemiłego przypadku rany tak głębokiej, że nerw kończyny ciała, n. p. palca lub ręki, został przerwany. Jak wiemy z własnego doświadczenia, po pewnym czasie rana się zrasta, lecz odcinek ciała ośrodkowy, to jest leżący ku powierzchni ciała, chociaż całkiem już z resztą ciała zespolony i krwią jego odżywiany, wrażenie czucia nie odbiera zupełnie przez czas dosyć znaczny, nieraz długie miesiące trwający. Znaczy to, że chociaż pozrastały się tkanki inne, jak łączne i mięsne, a nawet i naczynia

krwionośne, to jednak wypustka nerwowa, neuryt, drut telegraficzny organizmu, jeszcze przerwany. Naprawa tego przyrządu odbywa się w przyrodzie w sposób niezmiernie skomplikowany, i znowu wyjaśnienie tej czynności zawdzięczamy żmudnym doświadczeniom i badaniom Nageotte'a. Wedle niego cała ta czynność restauracyjna systemu nerwowego odbywa się w sposób następujący:

Gdy nerw zostanie przecięty, wtedy marnieją, degenerują się oba końce neurytu, tak ten, który jest poza przecięciem, to znaczy ku powierzchni ciała, tak i ten, który znajduje się po stronie środka ciała. Lecz jak teraz nastąpi odrodzenie się nerwu w części odciętej i pozbawionej wobec tego zupełnie zetknięcia się z nerwowym systemem całości? Na to Nageotte daje następujące wyjaśnienie na mocy swych prac doświadczalnych. Po zdegenerowanym nerwie tak końca ośrodkowego, jak i ku-środkowego, to jest połączonego z komórką, pozostały komórki ektodermy, które, jak widzieliśmy, okalały nerw w postaci osłonki. Otóż te komórki jednego i drugiego odcinka nerwu przeciętego zaczynają bujać szybko i mnożyć się przez dzielenie, tworząc po obu stronach rany włókna i siatki tak gęste, że oba końce przecięcia mogą nazewnątrz

przybrać postać nabrzmiałych, guzikowatych zgrubień. Górną z tych zgrubień, zblizoną do środka ciała, nazywa Nageotte neuronem, dolną, ku powierzchni ciała leżącą, glionem. Do neuronu wrastają tedy następnie neuronowe włókna osiowe, idące od komórki nerwowej, a wrastają w ten sposób, że ich nitki idą wzdłuż szeregów komórek ektodermalnych, tworzących nitki siateczki neuronowej. Niektóre z tych włókienek nerwowych rozrastają się zbyt ku bokom siatki, marnieją, te jednak, które rosną ku przodowi i dojdą do glionu, to jest do owej siatki, leżącej poza raną, wchodzą do niego, i dosięgają dawnej gałęzi nerwu, a łącząc ją w ten sposób z komórką nerwową centralną, przywracają jej zdolność funkcyjną i w ten sposób znowu odzyskuje się czucie w odciętej, a teraz już zupełnie zrosniętej części ciała.

Tak się dzieje w przypadku rany, przecinającej tylko tkanki i nerwy. Czasami jednak zdarzyć się może, że z ciała, na przykład z ręki lub nogi, zostanie wyrwany jakiś dłuższy odcinek, a z niem i większy kawałek nerwu. Wtedy już sposób powyższy, zostawiający przyrodzie zupełnie naprawę przerwanej sieci nerwowej, nie wystarcza, trzeba jej dostarczyć niejako materiału budowlanego i dokonuje się

tego zapomocą przeszczepiania do organizmu na miejsce uszkodzone kawałek nerwu wziętego z innego organizmu. Nageotte udowodnił jednak, że zamiast nerwu lepiej jest wtedy wszczepić kawałek arterji lub ścięgna, bo te tkanki szybciej wywołają powstanie owych siatek komórek ektodermy i łatwiej osiągnie się połączenie między dwoma końcami przerwane go nerwu. A więc dokonuje się tu restauracja nawet przy pomocy i innego rodzaju tkanek — trudno chyba o jaskrawszy dowód, że organizm wszędzie i zawsze działa przede wszystkim jako całość, a nie jako suma poszczególnych komórek.

Ale niezmiernie są ciekawe i na sprawę naszego tematu, bo na znaczenie i rolę poszczególnych komórek w organizmie bardzo jasne rzucają światło i inne jeszcze doświadczenia Nageotte'a, z których wynika mianowicie, że zróżniczkowanie komórek w dojrzałym organizmie nie jest tak ściśle i skryzalizowane a nieodwołalne, jakby się to na podstawie dotychczasowych badań histologicznych zdawać mogło. Rezultatem badań Nageotte'a jest jak się zdaje przede wszystkim to — mówi przyrodnik angielski E. W. Mac Bride — że komórki tkanki łącznej mają zdolność działania jako komórki kostne, chrząstkowe, fibroblasty,

a nawet jako włókna mięśni gładkich, stosownie do warunków, w których się znalazły, że więc wedle słów Driescha, przyszłego losu komórki (to znaczy czem ona ma być w organizmie, jaką ma tam objąć rolę) nie wyznacza jej natura, lecz jej położenie — że „Ein jedes jedes kann“. — A więc i to różniczkowanie komórek, ich budowy i funkcyj, jakie widzimy w wyższych organizmach tak daleko posunięte, nie jest jednak takim, by można każdą komórkę uważać jakby za oddzielną, samorządnie bytującą istotę żywą, lecz ta żywa plazma, która jej w ciągu rozwoju organizmu w udziale przypadła, jest zawsze własnością całego organizmu i ciągle stoi pod jego rozkazami i na każde jego żądanie i zapotrzebowanie musi komórka nie tylko działać inaczej niż dotąd, ale nawet kształt i funkcje swoje zmieniać. Cała tedy koncepcja histologów „autonomistów”, oparta na badaniach przeważnie tkanek i komórek martwych, musi wobec badań prawdziwie biologicznych, na żywym materiale i na żywym organizmie wykonywanych, rozsypać się w gruzy.

Przypatrzmy się tedy paru takim doświadczeniom Nageotte'a, na których wywody powyższe się opierają. Doświadczenia te dotyczą tak zwanych przeszczepień, to znaczy przeno-

szeń części jednego organizmu do organizmu innego, obcego. O możliwości takich przeszczepień w świecie roślinnym wiadano bardzo dawno, boć na tem opiera się cała sprawa tak zwanego szczepienia drzew owocowych. U wyższych organizmów zwierzęcych, a więc i ludzkich, przeszczepianiom stała na przeszkodzie sprawa gnicia, ropienia się ran; gdy więc tedy Lister i Pasteur a za nimi inni stwierdzili przyczynę ropienia i podali środki im zapobiegawcze, gdy wykazali, że ma się tu do czynienia wyłącznie z bakterjami, przeszczepiania w chirurgji stały się rzeczą dosyć zwykłą, nie podlegającą szczególnym trudnościom, a spierano się tylko i spierają się jeszcze co do dalszego losu przeszczepionej do nowego organizmu tkanki. Ustala się jednak zdanie, że właściwe przeszczepienie zachodzi tylko wtedy, gdy się przeszczepia jakąś część tego samego organizmu na inne jego miejsce, na przykład skóry z ręki na obnażoną ze skóry powierzchnię twarzy i że tylko w tych wypadkach tkanka przeszczepiona prawdziwie „przyjmuje się”, to znaczy, trwa i zrasta się organicznie z sąsiednimi tkankami. Gdy natomiast przeszczepimy tkankę z obcego organizmu, to służy ona tylko czasowo na załatawanie niejako rany, a potem przy gojeniu się

tworzy się w jej miejsce tkanka własna organizmu, a przeszczepiona tkanka zostaje zaabsorbowana, pochłonięta przez swego gospodarza. Tak jedna jednak jak i druga teoria, a druga, nowsza, więcej jeszcze niż pierwsza, uwydatnia, jak widzimy, i popiera pogląd o jedności istotnej całego organizmu. Ale zarówno wyznawcy obu teoryj, jak i wogóle wszyscy biologowie muszą stanąć zdumieni wobec przeszczepiań, jakich dokonuje Nageotte. Używa on bowiem do tych prac tkanki obcej, — ale nie żywej, lecz tak zwanej utrwalonej, to znaczy poprostu zabitej w alkoholu lub formalinie. I tak np. do ucha królika, tego zwierzątka, które wraz z psami szczurami, świnkami morskimi, myszami i żabami tak wielkie — chociaż niedobrowolne męczeństwo ponosi w imię nowożytnej nauki, wszczepił Nageotte kawałek utrwalonego w formalinie ścięgna, a więc substancję nietylko obcą ale wogóle martwą. I cóż się dzieje, jak tkanki sąsiednie reagują na tak niemiłego intruza? Oto wysyłają poprostu do wnętrza obcej tej, martwej tkanki, komórki tak zwane fibroblasty, które wnet poprzez martwe wszczepione ścięgno prześlą nitki żywe, włókienka, a te połączwszy się na końcach, przyczepią się do otaczającej martwe ścięgno żywej tkanki łą-

cznej królika i tak po pewnym czasie wszczepiona martwa tkanka wchodzi niejako w skład żywego organizmu królika i trwa w nim jako cząstka pożyteczna.

Niczem to jednak wobec drugiej serji doświadczeń Nageotte'a. W podobny jak powyższy sposób wszczepia Nageotte podskórnice do ucha królika kawałek utrwalonej, a więc martwej tkanki, lecz tym razem jest nią nie ścięgno, lecz chrząstka. Wnet sąsiednie komórki ucha królika tworzą, jak wyżej, fibroblasty, które wyrostkami swemi wgrzebują się we wszczepioną chrząstkę, wiercą w niej zawzięcie wgłębienia i następnie otaczają je tkanką—kostną. A wiedzieć należy, że w normalnym, zdrowym uchu królika kości żadnej nie ma zupełnie, nie ma więc i komórek kostnych, a mimo to tam, koło wszczepionej martwej tkanki chrząstnej kość się wytwarza. Wytwór taki widocznie nie jest więc tam produktem samodzielnie bytujących komórek, kość normalnie wytwarzających, bo takich tam nie ma. Na fakt powyższy trzeba owszem patrzeć tak, że organizm, broniąc się przed obcym najeżdźcą, a nie mogąc wroga wydalić, unieszkodliwia go, otaczając twardą tkanką kostną, którą w imię dobra całego organizmu każe

wytworzyć bytującym tam komórkom, chociaż ich normalne funkcje są zupełnie inne.

Lecz jeszcze jeden przykład z pośród prac Nageotte'a, wykazujących zmianę funkcji komórek dojrzałego już, zupełnie zróżniczkowanego organizmu. U psa żywego wycina Nageotte kawałek arterji i w miejsce usuniętego odcinka wstawia inny, pochodzący z arterji innego psa, lecz utrwalonej, to jest zabitej w alkoholu. Po pewnym czasie rana się goi, nowy przybysz otrzymuje zupełne prawo obywatelstwa i obejmuje nawet funkcje dawnej arterji, tylko mundur częściowo dostaje nowy: jest nim warstwa mięśni gładkich, które wnet powlekają powierzchnię wszczepionego trupa. Skądże one się tu wzięły, skoro mięśnie te usunięto wraz z wyciętym odcinkiem arterji, a innych niema w pobliżu? Histologiczne badania Nageotte'a wykazały, że są one wytworem komórek przyległej tkanki łącznej, które dla dobra całego organizmu zmienić musiały i kształt i funkcje.

Wytłumaczenie zjawisk takich, jak opisane powyżej przemiany kształtu i funkcji komórek już zupełnie zróżniczkowanych, w organizmie dorosłym, dla biologa monisty czyli materialisty nastroczać musi trudności niemałe. Biolog i filozof przyrody dualista, chociaż ze

stanowiska swej teorii przewidzieć zjawisk tych nie mógł, gdy jednak wobec nich się znalazł, gdy na nie w badaniach napotkał, nie potrzebuje celem ich wyjaśnienia uciekać się do tak zwanych hipotez ad hoc, ukutych tylko pod przymusem faktu. Wie on bowiem, że wszystko w organizmie dokonuje się i bytuje, o ile rzeczywiście w skład żywego organizmu wchodzi, pod wpływem jednej jedynej formy życiowej, wspólnej dla całego organizmu, która bezpośrednio kieruje wszystkimi funkcjami życiowymi tak całości organizmu, jak i jego części. Części te, choćby to były biologicznie oddzielne twory, jakimi są komórki, w organizmie nie są samodzielne i oddzielne; gdy więc zajdzie tego potrzeba, pod wpływem formy ulec mogą przekształceniu, odpowiedniemu do wymagań całości, do żądań wspólnej i jedynej formy życiowej organizmu.

I podkreślić tu trzeba jeden bardzo charakterystyczny szczegół, stanowiący zabawne dla nas, choć dla samego Nageotte'a tragiczne może stwierdzenie przysłowia, że człowiek strzela, a Pan Bóg kulę nosi. Nageotte książkę swoją wydał w tym celu, by udowodnić chemiczno-fizyczną wyłącznie teorię życia i wykazać, że nie istnieje żadna odmienna siła życiowa, a wszystkie sprawy i zjawiska

życiowe są wynikiem działań chemicznych materji. Tymczasem, jak i Mac Bride mu to wykazuje, udowodnił właśnie zupełnie co innego, a z jego prac i doświadczeń wynika jasno, iż mamy w organizmach do czynienia ze zjawiskami, które ponad wszelką wątpliwość wykazują istnienie życia, jako czegoś zupełnie różnego od czystych sił fizyko-chemicznych. W pracach tedy Nageotte'a, tak pięknych i ścisłych, witalizm wbrew woli i zamiarom autora znalazł nowe potwierdzenie, a wraz z niem i pogląd filozoficzny o jedności bezwzględnej organizmu.

Mimo jednak całej doniosłości i niezwykłości wyników, prace te całkiem na drugi plan cofnąć się muszą wobec innych, od lat kilku dokonywanych z niezmiernym zapałem w licznych pracowniach naukowych, których znaczenie teoretyczne jest dla naszego tematu wprost decydujące, praktycznie już dzisiaj wywołuje wprost przewrót w niektórych gałęziach medycyny. Mamy tu na myśli sprawę tak dziś głośną i omawianą, sprawę tak zwanych hormonów.



II.

W zjawiskach życiowych organizmu ludzkiego niezmiernie ważną odgrywają rolę tak zwane gruczoły. Badanie ich działania stanowi jedno z najtrudniejszych, ale i najdonioślejszych zadań fizjologii, a od jego zupełnego, wyczerpującego rozwiązania, nauka, jak się zdaje, jeszcze bardzo jest daleko. Pod nazwą gruczołów rozumie się przestrzenie puste, złączone w pewien wspólny system, wysłane komórkami gruczołowymi, które są odmianą komórek nabłonkowych*). Funkcja tych komórek zasadza się na tem, że pobierając z krwi pewne substancje, przerabiają je one na bardzo nieraz skomplikowane związki, które następnie wydzielają z komórki i wlewają je do przewodów gruczołowych, przez które wydostają się następnie poza gruczoł.

*) Szymonowicz: Lehrbuch der Histologie, Lipsk 1921, str. 49.

I jeżeli tak powstałe produkty gruczołowe służą organizmowi do pewnych jakichś celów, jak na przykład ślina, żółć, sok żołądkowy, sok trzustkowy, nazywamy je wydzielinami, jeżeli natomiast są dla organizmu szkodliwe i jako takie czemprędzej muszą być zeń usunięte, noszą nazwę wydaliny (np. mocz, pot). Do gruczołów najważniejszych w organizmie ludzkim należą ślinianki w jamie ustnej, dalej gruczoły żołądkowe, trzustka, nerki, gruczoły rozrodcze, a największym gruczołem w organizmie naszym jest wątroba. Ślinianki produkują ślinę, w której znajduje się ptialina, mająca moc i zadanie zamieniania skrobi na cukier rozpuszczalny, który następnie ulega wchłonięciu przez organizm. Komórki gruczołowe żołądka, których liczbę ocenia Landois*) za Sappeyem na przeszło 5 milionów, są różnego rodzaju, to też i sok żołądkowy, który jest ich produktem, także z kilku składa się substancyj. W ocenie ilości tego soku, wytwarzanego przez gruczołowe komórki żołądka w ciągu doby, autorowie bardzo się różnią, waha się on jednak prawdopodobnie u człowieka zdrowego, dorosłego, około sześciu a nawet i więcej kilogramów. Ma on rozliczne

*) Physiologie des Menschen, Berlin 1905, str. 228.

zadania, przede wszystkim zaś pepsyna, która jest jego najważniejszym składnikiem, rozpuszcza białko, a inny składnik soku żołądkowego, kwas solny, powstrzymuje rozwój bakterij, np. kwasu mlecznego, które w żołądku się znajdują.

W związku z pepsyną, znachodzącą się w żołądku, napotyka się na zagadkę niezmiernie ciekawą, która była przedmiotem bardzo wielu dociekań i doświadczalnych badań, i o której napisano już wiele, dotychczas jednak nie zdołano jej wytłumaczyć teorjami fizyko-chemicznymi. Dla problemu którym obecnie się zajmujemy, mianowicie roli i funkcji pojedynczych komórek w organizmie i ich stosunku do całości organizmu, jako jednostki żywej, ma ta zagadka jednak niemałe znaczenie, rzuca nań światło jednostronne co prawda, ale bardzo jaskrawe. Chodzi mianowicie o to: w soku żołądkowym znajduje się, jak widzieliśmy, pepsyna, związek chemiczny, trawiący energicznie białko, a więc tkankę mięsną. Pytanie tedy się narzuca, dlaczego i w jaki sposób się to dzieje, że ta pepsyna nie zaatakuje, nie trawi ścian samego żołądka, które przecież zbudowane są z tkanki mięsnej, a więc mającej w sobie białko? I rzeczywiście jest rzeczą pewną i dowiedzioną, że skoro tylko

organizm zwierzęcia czy człowieka żyć przestanie, natychmiast sok żołądkowy, który w chwili śmierci jeszcze w żołądku się znajduje, zwraca się przeciw swemu wytwórcy i niszczy błonę śluzową ściany żołądka. To samo się dzieje nawet za życia osobnika, gdy ta błona śluzowa przez uszkodzenie czyto chorobliwe, naprzykład przy wrzodach żołądka, czy też umyślnie, jakie celem wyjaśnienia tej sprawy u zwierząt wywoływano, ulega miejscowej nekrozie, zamarciu; w miejscu niezwywem natychmiast następuje pod wpływem soku żołądkowego rozpuszczanie, trawienie ścian żołądka. Tę nienaruszalność błony żołądka w stanie żywym próbowano wyjaśnić przypuszczeniem, że chroni ją przed pepsyną śluz, który błonę powleka, lub znowu, że ta błona wydziela antypepsyny, paralizujące działanie niszczące pepsyny. Wobec jednak licznych badań, w tym kierunku czynionych, nie mogła się ostać żadna z tych teoryj, i trzeba przyznać słuszność jedynie tym fizjologom, którzy wraz z Oppenheimerem*) utrzymują, że ta immunizacja, odporność żywej błony śluzowej żołądka na działanie pepsyny, i wogóle soku żołądkowego, trawiącego z ła-

*) Oppenheimer: Biochemie Lipsk 1920, str. 395.

twością tkankę mięsną obcą, która dostanie się do żołądka, pochodzi wyłącznie ze swojej „właściwości substancji żywej”, jest więc cechą żywego organizmu, jako całości. Gdy więc tylko życie ustanie, gdy organizm przestaje być czymś jednym, natychmiast staje się on zbiorem oddzielnych tkanek, komórek i te natychmiast podlegać zaczynają zwykłemu prawom chemicznym, rozkładają się pod wpływem pepsyny.

Gdy pokarm wyjdzie z żołądka, dostaje się w jelicie pod działanie soku, wytworzonego przez najważniejszy może w procesie trawienia gruczoł, mianowicie tak zwaną trzustkę, której przewód wylewa się do dwunastnicy. Jeszcze w roku 1664 wprowadzał Regner de Graaf do wnętrza psa rurkę z pęcherzykiem, celem wydobycia czystego soku trzustkowego, później wielu fizjologów kusiło się o to, by przez przetokę, to znaczy otwór w ścianie brzusznej psa, otrzymać stały wpływ nazewnątrz soku trzustkowego, jednak, jak twierdzi Lardas, dopiero Pawłowi i Heidenhainowi naprawdę to się udało, później zaś Glaessner mógł obserwować wydzielanie soku trzustkowego u chorego człowieka, przyczem przekonał się, że na czczo wydzieliał chory 14 do 18 cm. sześciennych soku na godzinę.

zaś po spożyciu pokarmu ilość ta podnosiła się od 30 do 50 cm³. na godzinę, zaś na dobę wydzielało się ogółem 700 do 900 cm³, a więc blisko liter. Zauważyć tu trzeba, że ta ilość soku waży około kilograma, gdy tymczasem cała trzustka, która ten sok produkuje, waży tylko, jak Kopsch podaje, 65 do 75 gramów. Mamy tu więc znowu fakt, który nam pokazuje, jak wytężająca, bezustanna praca odbywa się ustawicznie w organizmie człowieka każdego — nawet skądinąd najleniwszego — mimo jego woli i wiedzy. Gruczoł taki, jak trzustka, produkuje na dobę wydzieliny więcej, dziesięć razy więcej, niż wynosi jego waga! A wydzielina ta, tak zwany sok trzustkowy, jest dla sprawy tak ważnej dla organizmu, jaką jest sprawa odżywiania, wielkiego znaczenia, składa się on bowiem aż z czterech substancyj trawiących. I tak jest niem najpierw ptialina, taka sama, lecz silniejsza w działaniu, jaka znachodzi się w ślinie, to też trawi ona, to znaczy zamienia w dekstrynę, skrobię zarówno surową, jak i ugotowaną i właściwie na większą skalę odbywa się trawienie pokarmów, zawierających skrobię, a więc mącznych, kartofli, jarzyn i t. p., dopiero w jelicie, pod wpływem soku trzustkowego. Ilość bowiem tych pokarmów skrobiowych, która

uległa strawieniu w jamie ustnej, jest stosunkowo mała, zwłaszcza u ludzi, połykających szybko swe kąski. Dalej mamy w soku trzustkowym substancję zwaną trypsyną, trawiącą energicznie białko, to jest rozkładającą je na peptony, a nawet i na prostsze jeszcze związki; a więc ulegają tu strawieniu mleko, mięso, jaja i t. p. Po trzecie znachodzimy w soku trzustkowym substancje, które zmieszane z tłuszczem nietylko zamieniają go na tak zwaną emulzję, to znaczy na niezmiernie drobne kuleczki, kropelki, zawieszzone w tej substancji, przez co tłuszcz ulega potem łatwo rozszczepieniu, lecz jedna z nich, tak zwana lipaza, rozszczepia tłuszcze na glicerynę i kwas tłuszczowy, przyczem działanie lipaz wzmacnia się przez domieszkę żółci. Wreszcie Loek i Vernon twierdzą, że znajduje się w soku trzustkowym tak zwana rozpuszczka, która w sposób swoisty oddziałuje na sernik mleka. Wobec tak urozmaiconego składu soku trzustkowego nic dziwnego, że gdy przez zabieg operacyjny usunie się trzustkę z organizmu, następują poważne zaburzenia w trawieniu. Zwrócić tu należy jeszcze uwagę na to, że trzustka nie jest ciągle jednakowo czynną, mianowicie, gdy jelito jest puste, wydzielanie jest słabe, w miarę zaś napływania pokarmu

do jelita, także i trzustka pracuje wydatniej. Mimo to, jak wykazały badania Popielskiego, Wertheimera i innych, wydzielanie nie odbywa się bezpośrednio pod wpływem drażnienia jelita wskutek istnienia w niem pokarmu, lecz pod wpływem systemu nerwowego, przyczem według Popielskiego główną rolę odgrywają gangliony, grupy komórek nerwowych, znajdujące się w samej trzustce.

Ostatnią większą instalacją chemiczną, wchodzącą w skład tej niezmiernie skomplikowanej sprawy, którą nazywamy trawieniem, przedstawia żółć, która jest wydzieliną olbrzymiego, bo u dorosłego człowieka przeszło półtora kilograma ważącego gruczołu, zwanego wątrobą. Płyn ten, przezroczysty, o barwie zmiennej, od żółto-brunatnej aż do ciemnozielonej, sławny swym silnie gorzkim smakiem, którego wątroba produkuje dziennie około 700 cm. sześciennych, jest tak złożony i skomplikowany, że znaczenie jego dla trawienia do dziś jeszcze, jak twierdzi Oppenheimer, nie jest całkowicie zbadane. To jedno jest tylko pewnem, zdaniem tegoż autora, że główne zadanie żółci polega na trawieniu tłuszczów, przyczem sole kwasu żółciowego przyspieszają także działanie wspomnianych wyżej lipaz; to też dla trawienia tłuszczu żółć

jest istotnie konieczną. Nadto ułatwia też żółć działanie trypsyny, a więc rozkład białka, a także oddziaływa podniecająco na ruch robaczkowy jelit. Prócz wymienionych tutaj gruczołów trawiących istnieją w organizmie liczne inne, jak na przykład nerka, wydzielająca mocz, gruczoły śluzowe, łzawo, łojowe i t. p.

Wydzieliny gruczołów działają przede wszystkim i bezpośrednio lokalnie, w miejscu, w którym się wylewają, działanie to skierowane jest jednak ku dobru całego organizmu i do potrzeb tego organizmu stosować się musi. I wedle poglądów panujących aż do czasów ostatnich, czynnikiem tym, dostrajającym czynności gruczołów do wymogów organizmu, jest wyłącznie system nerwowy, jak to zresztą wynika z wzmiankowanego już faktu, że na ilość i jakość wydzielin gruczołowych nie działa wyłącznie i wprost sam pokarm i pochodzące od niego podrażnienie miejscowe, lecz że ważną, a często najważniejszą rolę odgrywa tu system nerwowy. Ponieważ chodzi tutaj o cały organizm, więc bardzo ważną, jeżeli nie najważniejszą rolę musi mieć do spełnienia system nerwowy centralny, to znaczy rdzeń i mózg. Stosunek wzajemny tego systemu do bardzo nieraz odległych gruczołów

i ich pracy, tłumaczono sobie mniej więcej w sposób następujący. Wszystkie komórki organizmu, a więc i komórki gruczołowe, produkujące wydzieliny, są oplątane przez najdrobniejsze włókienka nerwowe, wypustki komórek nerwowych, zgromadzonych w ganglionach, zwojach nerwowych, które stoją znowu zapomocą wypustek, dendrytów, w połączeniu z grupami komórek mózgowych. Gdy komórka gruczołowa znajduje się w stanie czynnym, to znaczy produkuje wydzieliny, wtedy w niej odbywa się tem samym żywsza przemiana materji, co znów powoduje różnicę koncentracji czyli zagęszczenia jonów, wznieca pewien stan elektryczny, komunikujący się natychmiast przez włókna nerwowe komórce centralnej nerwowej. Gdy ten stan elektryczny dojdzie tedy do owej centralnej komórki, wywołuje w niej znowu, podobnie jak prąd elektryczny w płynie złożonym, rozkład materji, która wznieca naodwrot nowy stan elektryczny, udzielający się przez włókna nerwowe komórkom całego organizmu i normujący ich działanie. Tak więc organizm byłby niejako ogromnie skomplikowaną siecią elektryczną, stojącą pod wpływem głównych centrali, położonych w mózgu i rdzeniu pacierzowym, jakoteż w ganglionach czuciowych, leżących

wzdłuż tego rdzenia, a nadto mnóstwo stacyj pomniejszych, ganglionów umiejscowionych w organach i gruczołach, jak to widzieliśmy na przykład u trzustki, rozmieszczonych po całym organizmie. Taki kunsztowny niezmiernie aparat elektrochemiczny, który nadto wedle mechanistów miał powstać przypadkiem, jako rezultat wypadkowy gry elektronów i atomów, — to właśnie człowiek, wraz ze wszystkimi jego czynnościami i przejawami zarówno materjalnymi jak i duchowymi.

Do wytworzenia sobie takiego obrazu naiwno-uczonego posłużyły zresztą różne ciekawe fakty elektrofizjologiczne, odkryte w organizmie ludzkim, jak na przykład ten, że każdą falę fizjologicznego podrażnienia nerwu poprzedza przemknięcie przez nerw stanu naelektryzowania ujemnego, albo ten fakt, że komórki i tkanki pod wieloma względami słusznie uważać można za ogniwa czy stosy elektryczne, w których każda przemiana materji, wiodąc za sobą koniecznie przemianę koncentracji znajdujących się w plazmie jonów, musi wywoływać prądy i zmiany napięć elektrycznych biegunów ogniwa, czyli stałych części tkanki. Zapominano tylko, że te objawy i stany elektryczne są wynikiem, a nie przyczyną zjawisk życiowych, i to wynikiem drugorzęd-

nym, bo za pierwszorzędny uważać trzeba właśnie przemiany materji, zmiany koncentracji, którą każdy zewnętrzny przejaw życiowy koniecznie za sobą pociąga. Powtórzył się tu błąd dawny, tylko w formie nowszej. Mianowicie materjaliści wieków ubiegłych, którzy nie wiedzieli nic o elektryczności, a dostrzegali i znali tylko zjawiska i przemiany mechaniczne, uważali organizm ludzki za bardzo sztuczną maszynę, złożoną z dźwigni i kółek. Mechanicy nowsi nie umieli uczynić nic więcej, jak tylko to, że w ten mechaniczny model wprowadzili nadto zjawiska i urządzenia elektryczne — ale do wyjaśnienia i zgłębienia zjawisk życiowych, a tem bardziej psychicznych, oczywiście nic przez to się nie zbliżyli. Były one i pozostają nadal osłonięte tajemnicą, którą wszelkie badania i wysiłki nauki doświadczałnej tylko usubtelniają, ale bynajmniej nie tłumaczą i nie rozwiązują.

Tymczasem zadumanych nad swemi chemiczno-fizycznymi przyrządami fizjologów, pragnących niemi koniecznie uchwycić i zmierzyć życie, jak się mierzy ciepło, magnetyzm lub elektryczność, przywołał do rzeczywistości głos przyrody żywej, wychodzący z miejsc organizmu najbardziej może dotychczas za-

niedbanych i prawie wzgardzonych, bo z tak zwanych gruczołów bezprzewodowych. Badania histologiczne organizmu napotkały już dawno na twory, budową swą przypominające gruczoły, złożone z komórek analogicznych do tych, jakie znajdujemy w prawdziwych gruczołach. Twory te jednak tem się odznaczają i zarazem różnią od prawdziwych gruczołów, że nie posiadają całkiem, albo też tylko zanikłe resztki przewodów, to znaczy rurek, któreby się do organizmu wlewała ciecz w komórkach wytworzona. Że zaś anatomja porównawcza wykazywała istnienie takich samych tworów i to nieraz wybitniej rozrośniętych w prawdziwy gruczoł u niższych zwierząt, więc w braku innego tłumaczenia, a przy odpowiedniej gorącej woli, wspartej wierzeniami dogmatycznymi materializmu, wyrażono niejednokrotnie zdania, że ma się tutaj do czynienia prawdopodobnie tylko z tak zwanymi organami szczątkowemi, odziedziczonemi po „przodkach“, które teraz zbyte swej funkcji służą tylko jako pomnik i dowód naszego pochodzenia od zwierząt, i jako o takich szersza publiczność niejednokrotnie z ust przyrodników-apostołów o nich słyszała.

Tymczasem pewne fakty i zdarzenia zaczęły zwracać żywszą uwagę badaczy teore-

tyków i lekarzy na te gruczoły bezprzewodowe. Pokazało się mianowicie, że brak ich wrodzony w organizmie osobnika, lub usunięcie przez zabieg operacyjny, sprowadza dla organizmu skutki bardzo niemiłe, nieraz nawet fatalne. Światło, jak zwykle, zaczęło z początku przenikać powoli, słabemi błyskami, w postaci pewnych odezwań się takich badaczy, jak Bertholda, który swemi pracami nad drugorzędnymi objawami płciowemi zwrócił uwagę powszechną, lub Klaudjusza Bernarda, wygłaszającego dziwne twierdzenie, że gruczoły ciała oprócz zwykłych soków, jakie do organizmu przez swe przewody wlewają, oddają nadto wprost do krwi pewne nieznane nam bliżej substancje, nazwane przez tegoż badacza „*sécrétion interne*”, wydzieliny wewnętrzne, w przeciwstawieniu do „*sécrétion externe*”, wydzielin zewnętrznych, któremi są zwykle soki produkowane przez gruczoł. Baczniejszą jeszcze uwagę świata uczonego i nieuczonego na całą sprawę w latach osmdziesiątych ubiegłego wieku zwrócił lekarz francuski Brown-Séguard, który wywołał zdumienie ogólne swem doniesieniem akademji francuskiej, że przez wstrzykiwanie sobie wyciągu męskich gruczołów rozrodczych sprawił zupełne odmłodnienie swego 72-letniego orga-

nizmu, które objawiło się przez przybytek siły mięśniowej, subiektywne uczucie wzmożonego zapału do pracy, spotęgowaną czynność żołądka i jelit.

Oczywiście wobec prac Brown-Séquarda zainteresowanie całą sprawą wzmogło się niezmiernie, tembardziej, że wnet dostrzeżono, iż ma się tu do czynienia z olbrzymią, teoretycznie i praktycznie niezmiernie doniosłą grupą zjawisk, których fakty odkryte przez Brown-Séquarda są tylko małą częścią. W oczach naszych i jakby nagle powstała cała nowa gałąź nauki biologicznej, ugrupowanej koło owych tak niepozornych gruczołów bezprzewodowych. Okazało się mianowicie, że gruczoły te nie tylko nie stanowią jakichś zbytecznych szczątków, po przodkach kapryśnie przez przyrodę jako piętno zwierzęcego pochodzenia człowiekowi pozostawionych, lecz twory te, chociaż małe i pozbawione przewodów, wytwarzają jednak substancje dla organizmu niezmiernie ważne. Ponieważ zaś gruczoły te nie mają przewodów, któremiby wydzielać mogły swe wytwory, więc wlewają je wprost do krwi, z którą następnie rozchodzą się one po całym organizmie, a nie działają tylko w pewnych miejscach, jak produkty gruczołów przewodowych.

Zawrzały badania po pracowniach biologicznych i klinikach medycznych świata całego, a gdy nadto wystąpił profesor Steinach ze swemi zabiegami chirurgicznemi i pracami teoretycznemi nad tak zwanem odmłodzeniem organizmu, analogicznem do prac Browna-Séquarda, zaciekawienie ogarnęło cały świat inteligentny. Badacze naukowci wnet ustalili, że w organizmie naszym znajduje się dużo, nie wiemy nawet dokładnie ile, gruczołów, czy komórek gruczołowych, które produkty swe wlewają wprost do krwi, i dlatego wprowadzono dla nich nazwę osobną, mianowicie nazwano je gruczołami krwi, Blutdrüsen, a ową czy raczej owe tajemnicze substancje, których gruczoły krwi organizmowi dostarczają, nazwano za Baylisem i Starlingiem hormonami, od greckiego słowa hormao, znaczącego pobudzam, podniecam, jako że te substancje rzeczywiście działają pod wieloma względami podniecająco na pojedyncze części ciała ludzkiego, ich wzrost i funkcje. Później Schäfer zaproponował, by nazwać je substancjami autakoidalnemi, gdyż w nich rozróżnić trzeba dwojakiego rodzaju związki, jedne, które działają podniecająco na organa, i dla tych zachował nazwę hormonów, jak im się to należy, a drugie, działające wręcz przeciw-

nie, paraliżująco, hamująco, nazwał chalonami. Tak zawiła terminologia jednak się nie przyjęła, a natomiast w kołach naukowych mówią dziś wzorem Klaudjusza Bernarda i za Abderhaldenem i Rouxem o inkretach, po polsku dosłownie wdzielinach, w przeciwstawieniu do ekskretów, wydzielin gruczołów opatrzonych przewodami †).

Dzisiaj odróżniają powszechnie biologowie w organizmie dwie grupy gruczołów hormonalnych. Jedną stanowią te gruczoły, które nie posiadając przewodów, produkują wyłącznie substancje hormonowe, drugą natomiast grupę stanowią gruczoły dawniej już znane, przewodowe, które jednak, jak się obecnie przekonano, prócz zwykłych komórek gruczołowych, produkujących substancje trawiące lub morfologiczne twory, posiadają nadto komórki, o których znaczenie dotychczas się spierano, a które, jak się okazało, wytwarzają hormony. Cechą charakterystyczną obu tych grup, zwanych przez niektórych, zwłaszcza angielskich autorów, organami endokrylnymi (endocrinal organs), jest, wedle określenia Swale Vincent'a*), profesora fizjologii na uniwersytecie

†) Dr. Artur Weil: Die innere Sekretion. — Berlin 1922.

*) Swale Vincent: Ductless Glands, w 30-tym, najświeższym tomie The Encyclopaedia Britannica, London 1922 r., str. 861.

londyńskim, ta ich właściwość, że materiał przez nie wydzielany odchodzi nie przez przewód, lecz za pośrednictwem żył, które organ opuszczają. Materiał ten, gdy dosięgnie ogólnego strumienia krwi, działa sposobem posłannika chemicznego, albo lekarstwa, wywierając skutki na rozmaite organa i tkanki ciała. Działaniu więc ich podlega cały organizm jako taki, stąd organa endokrynalne stanowią nowy czynnik, dotychczas nieznanym i nawet nie przeczuwanym, mający za cel przestrzegać i powodować w tak niezmiernie skomplikowanym organizmie naszym tak zwany consensus partium, zgodę czyli raczej uzgodnienie wszystkich tkanek i organów w ekonomji życiowej organizmu. Czynnik ten jest, jak zobaczymy, niesłychanie doniosły i zupełnie równoległy pod tym względem do systemu nerwowego, a według niektórych wyższy nawet i ważniejszy od niego.

Do pierwszej grupy gruczołów endokrynalnych należą następujące gruczoły bezprzewodowe: gruczoł tarczycowy (glandula thyreoidea), gruczoł przytarczycowy, przysadka mózgowa (hypophysis), gruczoł szyszkowy (glandula pinealis albo epiphysis) i wreszcie według wielu autorów grassica (thymus). U normalnie rozwiniętego, dorosłego człowieka, są to

wszystko twory stosunkowo drobne, lecz, jak zaraz zobaczymy, ich znaczenie w organizmie i ich na niego oddziaływanie niesłychanie jest doniosłe, właśnie z powodu tych substancyj, które one przez pośrednictwo krwi po organizmie całym roznoszą. Budowa anatomiczna i histologiczna tych gruczołów jest prawie zupełnie dokładnie znana, lecz natomiast natura owych produkowanych przez te gruczoły substancyj, dotychczas głęboką osłonięta jest tajemnicą.

Ideałem badań nad wydzielinami, inkretami, byłoby izolowanie każdej z tych substancyj z osobna, tak, by je móc badać w stanie czystym, naturalnym i w ten sposób nie tylko poznać ich skład chemiczny i budowę, ale nadto umieć je syntetycznie, sztucznie, w pracowni wytwarzać. Tymczasem napewno udało się to uczynić dopiero z niektórymi z nich, jak na przykład z adrenaliną i z choliną z nadnercza i thyroxyną z gruczołu tarczycowego, a o istnieniu innych wiemy tylko przez obserwacje ich działań. By z działań tych, ich znaczenia dla fizjologii i psychologii zdać sobie należycie sprawę, streścimy przechodząc każdy gruczoł z osobna, wszystkie ważniejsze dane, jakie dotychczas wykryto odnośnie do budowy i działania każdego z po-

wyższych gruczołów. Jednak zaraz na wstępie zauważyć trzeba, że niejednokrotnie działania gruczołów endokryalnych tak są skomplikowane i wielostronne, że nie dadzą się całkowicie wyodrębnić i przypisać jednemu z nich wyłącznie i wspomnieć nieraz trzeba będzie po kilka razy o jednym i tym samym gruczole.

Od przodu szyji, poniżej grdyki leży gruczoł największy z powyższej grupy i najwybitniejszy, mianowicie gruczoł tarczycowy. Jest on tworem parzystym, rozłożonym po obu stronach krtani, przyczem oba jego płaty, prawy i lewy łączy wąski pasek, zwany isthmus. Każdy z tych płatów jest u człowieka zdrowego około 5 do 8 cm. długi, 3 do 4 cm. szeroki, a około 2 cm. gruby, waga zaś całego gruczołu, to znaczy obu jego płatów, waha się pomiędzy 30 a 60 gramów. Jest to więc gruczoł niewielki, u kobiet i dzieci stosunkowo większy, niż u mężczyzn, i nazewnątrz w organizmie zdrowym niedostrzegalny, który jednak, gdy się rozrośnie chorobliwie, staje się bardzo widoczny, tworząc tak zwaną strumę czyli wole. Ta właśnie choroba naprowadziła na bliższe zaznajomienie się z niezmiernie ważnym znaczeniem, jaki gruczoł ten mały ma dla całego organizmu. Jak stwierdził klinicznie Kocher

jeszcze w r. 1882, a za nim mnóstwo innych, całkowite wycięcie gruczołu tarczycowego tak u ludzi, jak u zwierząt, spowodować może w bardzo krótkim czasie ciężkie objawy chorobowe, drgawki, kurcze i wreszcie porażenie i śmierć. Szczególnie wrażliwymi na ten zabieg są zwierzęta mięsożerne, a u psów następuje po wycięciu gruczołu tego śmierć w bardzo krótkim czasie. Wrodzony lub sztucznie nabyty brak lub zanik gruczołu tarczycowego u dziecka spowoduje niechybnie za sobą zahamowanie wzrostu, idjotyzm i zanik sił. Zjawisko to stwierdzono wielokrotnie u młodych psów, którym wycięto ten gruczoł, a Kassowitz*) podaje ściśle pod tym względem obserwacje, jakie czynił nad dzieckiem, które przyszło na świat bez gruczołu tarczycowego. Dziecko to po skończeniu drugiego roku życia miało 72 cm. długości, podczas gdy dzieci normalne mają w tym wieku średnio prawie 80 cm., w dwunastym roku miało 95 cm., podczas gdy wzrost normalny w tym wieku wynosi 136 cm., wreszcie w 20-tym roku życia było karłem, mającym tylko 116 cm. wysokości. Ponieważ, jak stwierdzono, brak tarczycowego gruczołu jest przyczyną znacznego utrudnienia asymilacji wapna, więc nic

*) Weil, l. c. str. 71.

dziwnego, że pociąga on za sobą także bardzo słaby, nienormalny rozrost szkieletu i opóźnia zwapnienie niektórych chrząstek.

Brak tego gruczołu prowadzi do innych jeszcze zaburzeń funkcyjnych organizmu. I tak po zabiegach operacyjnych, w których usunięto gruczoł tarczycowy, dostrzegano wkrótce nadmierne tycie danego osobnika, które powstaje stąd, że brak gruczołu obniża w organizmie aż do połowy i więcej nawet zdolność utlenienia. Pokarm więc zawierający tłuszcze i węglowodany zamiast zużywać się jak u człowieka normalnego, zamieniać się w energję, osadza się jako materiał zapasowy w postaci glikogenu w wątrobie, a w postaci tłuszczów pod skórą. Że ta jest właśnie przyczyna w tym wypadku chorobliwego tycia, widać stąd, że gdy choremu podaje się preparaty otrzymane z gruczołu tarczycowego, odtłuszczenie wkrótce znika.

Jeszcze jest jedna choroba bardzo przykra, pochodząca z braku gruczołu tarczycowego, mianowicie tak zwany myxödem, stan, w którym twarz chorego przybiera blady wygląd i nabrzmiewa znacznie, w sposób tem charakteryzujący się, że pod naciskiem palców nabrzmiałość nie ustępuje, głos chorego nabiera brzmienia nosowego, umysł i cały organizm

słabnie, i wreszcie nastąpić może śmierć wśród objawów ciężkiej anemji.

Powiększenie natomiast gruczołu wywołuje powstanie tak zwanej choroby Basedowa, która nazewnątrz objawia się biciem serca i wybitnem wysadzeniem gałek ocznych.

Ciekawe skutki sprowadza tak zwana hyperfunkcja, to znaczy nienormalnie wzmożona funkcja gruczołu tarczycowego. Według Falta i innych następuje wtedy szybki wzrost szkieletu, który u różnych osobników, dotkniętych tem zaburzeniem, rozmaicie się objawia. U jednych mianowicie cały szkielet rośnie proporcjonalnie, lecz niezwykle szybko i tacy dochodzą do wzrostu olbrzymiego, u innych rozrastają się szybciej niektóre tylko części szkieletu, jak odnóży, ramion, łopatek, tworząc zdeformowane kaleki i pokraki. Gdy celem doświadczeń obficie karmiono zwierzęta gruczołami tarczycowymi, wystąpiły na jaw te same zjawiska, nienormalny rozrost szkieletu. I gdyby nie to, że nie można przewidzieć jaki kierunek ten rozrost przyjmie, czy obejmie całkowity szkielet proporcjonalnie, czy też wytworzy zdeformowanego kalekę, mielibyśmy tu środek do poprawienia wzrostu młodego pokolenia tak zwierząt, jak i ludzi.

Najwybitniejszy jednak może wpływ wy-

wiera gruczoł tarczycowy na mózg i jego funkcje, co szczególnie obserwować można na tych osobnikach, które od dzieciństwa są obciążone nieprawidłowością tego gruczołu, objawiającą się przez tak zwane wole czyli strunę. Stwierdzono, że wole idą zawsze prawie w parze z tak zwanym kretynizmem. I nic dziwnego, obie bowiem te choroby mają źródło w niedoskonałej organizacji gruczołu tarczycowego. Ziegler*) twierdzi wprost, że „kretyni mają zawsze zwyrodniałe gruczoły tarczycowe i mianowicie albo w ten sposób, że są one powiększone (wole) i zmienione w swej budowie (kretynizm nagminny), albo tak, że są one niedorozwinięte, albo ich wcale niema^w! To też zdaniem tego autora kretyni, czyli po polsku matołki, całym swoim wyglądem i właściwościami przypominają te osobniki, którym w dzieciństwie wycięto gruczoły tarczycowe i przez to zahamowano ich rozwój. U typowego matołka kości, prócz głowy, są małe, a natomiast miękkie części ciała względnie bujniej się rozwijają. Stąd właśnie pochodzi wzrost matołka niski, często karłowaty, głowa duża, brzuch i szyja grube, nos szeroki i tępo zakończony, skóra pomarszczona, zwisająca

*) Dr. E. Ziegler: Allgemeine Pathologie. Jena 1900, str. 89 i nast.

i błada. Bardziej jeszcze cierpi u nich rozwój psychiczny, tak, że nawet zachodzi nieraz brak zdolności mowy i zrozumienia słów, a do jakiegokolwiek, choćby nieciężkiej i najprostszej pracy są zdolne tylko osobniki lekko tą chorobą obciążone.

Jak wiadomo powszechnie, są okolice, zwłaszcza podgórskie, gdzie choroba struma w połączeniu z matołkostwem występuje nagminnie, a zdarza się nawet, że osoby z okolic niezakażonych pochodzące, przebywając dłuższy czas w miejscowościach nawiedzionych, ulegają strumie. I mimo niezmiernych wysiłków i niezliczonych badań, najznakomitsi autorowie oświadczają, że dotychczas sprawa nagminnego występowania wola i matołkostwa nie jest wyjaśnioną. Według Swala Vincenta przyczyną wola jest prawdopodobnie woda zakażona jakimiś drobnoustrojami, które, jak przypuszcza Ziegler, działają może hamująco na specyficzne funkcje tych gruczołów, a może przyczyna leży w braku odpowiedniej ilości jodu w pokarmie i wodzie tych okolic.

Zauważono bowiem rzecz znamioną, że w Niemczech, w okolicach wolnych od strumy nagminnej, gruczoły tarczycowe u ludzi są średnio biorąc znacznie mniejsze, bo ważą tylko 30 do 40 gramów, niż w tych okolicach,

w których, jak np. w Szwajcarii i Niemczech południowych, ta choroba występuje często; lecz mimo mniejszej wagi bezwzględnej, gruczoly te u mieszkańców okolic niezakażonych tą chorobą zawierają jodu średnio 3,25 miligrama, podczas gdy u mieszkańców okolic obciążonych znachodzi się jodu w gruczolach tarczycowych średnio tylko 2 mg. Wyrażają też autorowie przypuszczenie, że widocznie organizm nasz potrzebuje jodu i że odpowiednich dlań połączeń tego pierwiastka dostarczają właśnie gruczoly tarczycowe. Inni znowu, jak Herzfeld i Klinger uważają jod w gruczolach tarczycowych tylko za podniecię do wydzielania inkretów, a nie za ich materiał budulcowy. Faktem jest, że w tych gruczolach jodu jest stosunkowo wiele, u normalnego człowieka dojść może do 6,5 mg., chociaż procentowo jego ilość zmienia się z wiekiem, sposobem żywienia się i nawet rasą (czem możeby można wyjaśnić nie dającą się zaprzeczyć psychiczną wyższość ras niektórych).

Zwrócono też w tym kierunku usiłowania, by z gruczolów tarczycowych zwierzęcych wydzielić, to znaczy sposobem chemicznym uzyskać białkowe połączenia jodowe i następnie jako lekarstwo podawać ludziom posiadającym zmarniałe lub niedokształcone gru-

czoły tarczycowe. Pierwsze prace takie pochodzą od Baumanna, który uzyskał w ten sposób białkowe ciało, zawierające jod, tak zwaną thyreoglobulinę, z której następnie przez odwodnienie otrzymywał jodothyrinę, związek jodowy, mający już jodu 3 do 5 procent. Do lepszych jeszcze rezultatów dochodzi Kendall, który z wysuszonych i odtłuszczonych gruczołów tarczycowych wydobywa substancję zwaną thyroxin, w której jest jodu aż 60⁰/₀. Że substancje takie oddziałują na organizm, wykazały prace Rogoffa i Mariego, którzy podając te preparaty kijankom żabim, przyspieszali znacznie w ten sposób rozwój larwowy tych zwierząt. Także i klinicznie przekonano się dowodnie, że thyroxina podana chorym, na przykład na myxödem, te same wywiera korzystne skutki, co odżywianie gruczołami tarczycowymi lub wstrzykiwanie ich ekstraktów. Jak zaś decydujący wpływ wywierają wydzieliny gruczołów tarczycowych na cały bez wyjątku organizm, nietylko na funkcje mózgowie, to jaskrawo widać z doświadczeń, jakie Lanz*) czynił na kurach. Gdy mianowicie zwierzętom tym wyciął gruczoł tarczycowy, niosły one jaja znacznie mniejsze, niż uprzednio, gdy zaś

*) Ziegler l. c. str. 90.

począł je odżywiać następnie gruczołami tarczycowymi innych zwierząt, także i wielkość jaj się zwiększyła.

Z innych jeszcze niezmiernie ciekawych objawów wpływu wydzielin gruczołów tarczycowych na organizm przytoczyć jeszcze należy działanie ich na skład krwi. Krew składa się, jak wiadomo, z cieczy zwanej plazmą krwi i z części morfologicznych, którymi są ciała czerwone, czyli krwinki, lub erocyty i leukocyty, czyli ciała białe, prócz których wyróżniają się jeszcze tromboocyty, twory o znaczeniu jeszcze niedostatecznie zbadanem. Wprawdzie tych elementów morfologicznych w krwi jest stosunkowo mniej zajmują one tylko jedną trzecią część objętości krwi, dwie trzecie zaś przypada na plazmę, lecz ilość ich bezwzględna jest znaczna. W milimetrze sześciennym znajduje się bowiem ciałek czerwonych krwi u mężczyzny 5 milionów, u kobiety 4,5 miliona, a więc w całym organizmie mężczyzny okrągło 25 biljonów białych ciałek jest natomiast znacznie mniej, bo 10.000 w milimetrze sześciennym.

Eryocyty, krążki bezjądrowe, w środku nieco zakłębnięte, chociaż są tworami tak małymi, że gdybyśmy je ustawili w szereg, to 126 eryocytów zmieściłoby się wzdłuż dłu-

gości jednego milimetra, jednak w organizmie mają do spełnienia zadanie bezwzględnie konieczne, gdyż zapomożą swej hemoglobiny, której zawierają w sobie kilkadziesiąt procent, wiążą tlen w płucach i roznoszą go bezustannie po wszystkich, najdalszych zakątkach i zaułkach organizmu, do wszystkich tkanek i komórek, które potrzebują ciągle świeżych zapasów tlenu do spełnienia swych rozmaitych funkcyj. To też od normalnej budowy i ilości krwinek zależy w wielkiej części normalne funkcjonowanie, czyli tak zwane zdrowie organizmu, a umniejszenie liczby tych ciałek spowoduje ogólne osłabienie, chorobę znaną pod nazwą anemji, która w pewnych ostrzejszych wypadkach powoduje nawet ruinę całego organizmu i rychły koniec. Delikatne, elastyczne, a tak ciągle czynne, zarówno wewnątrz przez ustawiczne przemiany chemiczne, jak i zewnątrz, krążąc bez przerwy i szybko po całym organizmie, nie żyją krwinki długo. Zaledwie trzy do czterech tygodni minie od chwili, gdy wyjdą ze szpiku kości, zwłaszcza kości kadłuba i czaszki, w których się tworzą, do czasu, gdy znużone swe ciałka oddadzą organizmowi do dalszego użytku w wątrobie, w której ulegają rozkładowi.

Wogóle ilość ciałek czerwonych we krwi

łatwo podlega zmianom, czyto pod wpływem warunków zewnętrznych, jak na przykład ciśnienie powietrza atmosferycznego, czy też innych czynników wewnętrznych. Otóż jak wykazały liczne badania, do takich czynników należą właśnie wydzieliny, inkrety gruczołów tarczycowych; pokazało się, że wycięcie tych gruczołów może wywołać gwałtowną anemię, przyczem ilość czerwonych ciałek może się zmniejszyć aż o jedną trzecią część, a więc u człowieka do jakich 3 milionów na milimetr sześcienny. Gdy zaś tak zoperowanym zwierzętom podawano wyciąg glicerynowy z gruczołów tarczycowych cieląt lub szkopów, wnet liczba ciałek czerwonych podwyższyła się o 15⁰/₁₀₀ i więcej. Analogiczne zjawisko dostrzec można także wtedy, gdy samorzutnie, pod wpływem choroby nastąpi zmniejszenie czynności gruczołów tarczycowych, jak na przykład przy wspomnianym już wyżej obrzęku (myxödem). Także i na ilość i jakość białych ciałek krwi inkrety tarczycowe wywierają wpływ wybitny, przyczem nie ulega zmianie całkowita ilość tych ciałek, lecz liczba jednych z nich opada, inne, tak zwane limfocyty, rozmnażają się natomiast nadmiernie, co znów powoduje zaburzenia w funkcjach systemu limfatycznego.

Zbierając to wszystko, cośmy powiedzieli o gruczołach tarczycowych — gdy jeszcze raz rzucimy okiem na całokształt oddziaływań i wpływu wydzielin tych gruczołów na organizm, widzimy, że wpływ ten jest nietylko bezpośredni i przemijający, jak na przykład wpływ inkretów tarczycowych na czynności tak doniosłe i pierwszorzędne, jakimi są czynności mózgu, przemiana materji, która się objawiła przez obrzęki i otłuszczenia, ale że sięga on nieraz od początku życia osobnika na całą jego przyszłość. Zaburzeniom w działaniach i budowie tarczycowych gruczołów przypisać trzeba w znacznej części a nieraz wyłącznie, niepomierny, lub nieproporcjonalny, kaleczy wzrost, dalej matołkostwo nieuleczalne, niezdolność do pracy wydatnej. To są objawy krańcowe, wybitne, ile zaś jest objawów mniej silnie występujących, a jednak dla osobnika dotkliwych, decydujących, ile nieuchwytnych ucisków na psychiczne i fizjologiczne życie, tego narazie zupełnie i przeczuć nie można i nigdy z pewnością tej sprawy całkowicie nie da się wyczerpać, tem bardziej, że mamy tu do czynienia z substancjami jakimiś, o których prawie nic nie wiemy, jak tylko to, że istnieją, że w skład niektórych przynajmniej wchodzi jod, że te substancje

pochodzą od gruczołów tarczycowych, są ich produktami i że gdy organizmowi braknie tych substancyj, popada on w stan niezmiernie niebezpieczny, który jednak można w części przynajmniej i w wielu wypadkach usunąć przez podanie organizmowi, przez system pokarmowy, względnie przez zastrzyknięcie lub wszczepienie, bądź wprost gruczołów tarczycowych innych zwierząt, bądź preparatów, z tych gruczołów otrzymanych.

W gruczołach tarczycowych odkryła więc nauka najnowsza organ tak doniosły, że małe i błędnie wobec niego znaczenie nawet owego systemu, który dotychczas uważano za najwyższy i kierowniczy wszystkich funkcyj życiowych, to jest systemu nerwowego. Taki rezultat musi napełnić zdumieniem zarówno fizjologa i biologa, jak i filozofa, a zdumienie to tem bardziej spotęgować się musi, gdy uprzytomnimy sobie z jednej strony niezmiernie skomplikowaną i cały organizm przenikającą budowę systemu nerwowego, a z drugiej drobną rozmiarami, a w szczegółach prostą strukturę gruczołów tarczycowych. Wszak najdokładniejsze badania mikroskopiczne nie zdołały tam dostrzec nic, jak tylko w tkanę łączną powrastane sznurki komórek, wśród których widać pęcherzyki niezmiernie drobne,

bo w przekroju co najwyżej jedną dziesiątą część milimetra mające, wysłane komórkami nabłonkowymi, a wypełnione koloidalną cieczą, która zawiera w sobie ową wydzielinę gruczołów tarczycowych, albo raczej jedną z wydzielin. Prócz tej bowiem koloidalnej cieczy rozróżnia Kraus w tych pęcherzykach drugi jeszcze inkret, powstający z ziarenek, widocznych już w komórkach wydzielniczych.

Budowa więc histologiczna typowo gruczołowa, prosta, uderza tylko jedna okoliczność, stojąca w związku z funkcją gruczołów tarczycowych. Mianowicie te gruczoły są niezmiernie bogato unaczynione, wchodzą w nie potężne arterje, które następnie rozdzielają się wewnątrz gruczołów w bardzo liczne sploty naczyń cienkich i włoskowatych, by znów wyjść z gruczołów jako żyły. Stąd gruczoły tarczycowe są niejako przekrwione, krwią przepojone w krew, tak że gdy przez 100 gramów mięśnia, znajdującego się w spoczynku, przepływa na minutę 12 centymetrów sześciennych krwi, a przez taką samą ilość nerki 100 cm. sześciennych, to przez 100 gramów gruczołów tarczycowych aż 560 cm. sześc., tak, że przez ten tak stosunkowo niewielki organ przepływa na dobę cała krew organizmu 16 razy. Oczywiście dzieje się to celowo, gruczoły bowiem

tarczycowe, jak widzieliśmy, nie posiadają przewodów, przez któreby ich wydzieliny, inkretty, wlewały się do organizmu, lecz oddają je wprost do krwi, która je po całym organizmie roznosi, a odczuwając przedewszystkiem ich działanie na sobie, rozdziela je następnie poszczególnym częściom organizmu.

Jaki stosunek wobec tego wszystkiego zachodzi między gruczołami tarczycowymi a systemem nerwowym i co jeszcze ważniejsze, między niemi a całym organizmem i jego formą życiową? Zanim na te pytania odpowiemy, musimy przypomnieć sobie, że prócz gruczołów tarczycowych istnieją w organizmie inne jeszcze gruczoły bezprzewodowe, których znaczenie dla życia, jak najnowsze badania pokazały, jest równie doniosłe a nieraz jak zobaczymy, jeszcze może donioślejsze. Musimy więc zbadać kolejno te gruczoły, ich pracę i jej skutki, a wtedy dopiero przystąpić będzie można do odpowiedzi na nasze główne pytanie, filozoficzno-psychologiczne.



III.

Po bokach tylnej powierzchni gruczołów tarczycowych leżą dwie zwykle pary gruczołków, postaci soczewkowatej, t. zw. gruczoły przytarczycowe (*glandulae parathyroideae*), albo inaczej także, ciała nabłonkowe. Są one tak drobne — każdy z nich ma zaledwie kilka milimetrów długości, a 2 do 4 mm. szerokości — że długi czas anatomowie ich nie doszegli, dopiero Virchow w r. 1864 zwrócił na nie uwagę, a dokładnie je zbadał Sandström w roku 1880 i opisał, jako przyboczne gruczoły tarczycowe. Ciała nabłonkowe powstają u człowieka z nabłonka trzeciej i czwartej kieszeni skrzelowej. Jak wiadomo mianowicie, nie tylko u ryb, ale też u zwierząt ssących, a więc i u człowieka, górna część przewodu pokarmowego w pierwszych etapach rozwoju płciowego tworzy kilka łuków chrząstkowych, a między nimi wgłębienia, z których powstają następnie części nabłonkowe, t. zw. kiesze-

nie skrzelowe. Łuki te u zwierząt wyższych i człowieka następnie kostnieją, podlegają licznym przemianom i tworzą u człowieka i kręgowców podstawę zawiązku części szkieletu twarzowego, a także i kości, wchodzących w skład narządów zmysłowych i oddechowych; są to kostki narządu słuchowego, mianowicie młoteczek, kowadełko i strzemiączko, trzon kości gnykowej i chrząstka tarczycowata krtań. Otóż właśnie z trzeciej i czwartej pary takich kieszeni skrzelowych powstają nasze gruczoły przytarczycowe, mianowicie z komórek nabłonkowych, wyścielających te kieszenie. Stąd też odpowiednio w budowie wewnętrznej tych gruczołów dostrzec można grupy, a nawet listki, utworzone z komórek nabłonkowych, a więc gruczołowych, zanurzone w warstwy tkanki łącznej, a między nimi stwierdzić nawet można pęcherzyki, wypełnione płynem koloidalnym.

Dawniej, aż do czasów ostatnich, nieznanem było znaczenie tych ciałek nabłonkowych, dziś wiemy już, że wydzielają one ze siebie inkrety, które wchodzą wprost do naczyń krwionośnych włoskowatych, zasilanych przez arterję tarczycową. I nigdzie może tak jaskrawie, jak na tych drobnych gruczołkach przytarczycowych nie występuje działanie

i znaczenie inkretów dla organizmu. Wycięcie wszystkich ciałek nabłonkowych, tych z trudnością dostrzegalnych tworów, powoduje niechybnie śmierć, jak to na zwierzętach stwierdzono, a mianowicie po tem wycięciu dostaje zwierzę tężca, t.j. skurczów spazmowych mięśni, oddycha gwałtownie, toczy pianę i ginie. Chorobę tę, zwaną w medycynie: *tetania parathyreopriva*, przypisuje Koch i inni zatruciu organizmu przez guadininę, substancję znajdującą się także i w mięśniach, a będącą produktem rozkładowym białka. Wyciągają stąd autorowie wniosek, że inkrety ciałek nabłonkowych mają za zadanie regulowanie przemian materji, odbywających się pod wpływem guadininy, a stąd i napięcie muszkułów szkieletowych. Z tego powodu też przypuszczają, że niektóre choroby analogiczne, jak taniec św. Wita i epilepsja powstają skutkiem funkcyjnych zaburzeń ciałek nabłonkowych i wynikającego stąd braku odpowiednich inkretów, jakie normalnie te ciała do organizmu wlewają.

Oddziaływanie powyższe ciałek nabłonkowych na skurcze mięśni, usiłują fizjologowie tłumaczyć przez wpływ, jaki te ciała wywierają na przemianę materji w organizmie — zwłaszcza na wapno, które w postaci soli fosforowych i węglowych wchodzi w skład nie-

tylko kości i zębów, lecz także i innych części, zwłaszcza mięśni i krwi. Wapno ma tu, jak stwierdziła najnowsza fizjologia, do spełnienia zadanie bardzo ważne, mianowicie jego obecność reguluje działanie nerwów, obniżając znacznie ich pobudliwość. Najlepiej to oddziaływanie wapna na tkankę nerwową stwierdzić można zapomocą zjawisk elektrofizjologicznych. Gdy naprzykład odpreparuje się mięsień udowy żabi wraz z nerwem i ten nerw podrażni się prądem elektrycznym, to na każde podrażnienie mięsień odpowie silnym skurczem, byle prąd podrażnienia był dostatecznie silnym. Otóż gdy cewkę indukcyjną, z której bierzemy prąd drażniący, uregulujemy w ten sposób, że skurcze mięśnia są zaledwie dostrzegalne, czyli gdy wyszukamy tak zwane podrażnienie progowe i następnie na ten mięsień podziałamy kwasem, który odciągnie zeń wapień, zobaczymy, że teraz wystarczy prąd kilka razy słabszy, by mięsień do skurczów pobudzić. Otóż podobne zjawisko podwyższenia pobudliwości widzi się właśnie u zwierząt, którym wyjęto ciała nabłonkowe, a także i u ludzi chorych na tężec, w których to wypadkach stwierdzono również, że ilość wapnia w krwi się zmniejsza, a natomiast powiększa się ona w moczu i wydalinach. Gdy zaś za-

strzyknie się podskórnie roztwory soli wapniowych, pobudliwość znowu opada.

Również niekorzystny wpływ braku ciałek nabłonkowych dostrzeżono także i na tworzenie się zębów i kostnienie. U królików w 6 do 10-ciu tygodni po operacji, w której usunięto zwierzęciu całkowicie ciałka nabłonkowe, prócz zwykłych objawów nerwowych tężca występowały białe plamy na zębach, które w miarę wzrostu zęba zbliżały się powoli do końca zęba. Plamy te wskazywały na niedomagania w zwapnieniu substancji zębowej czyli dentyny i brak szkliwa, to też ząb taki łatwo się ukruszał, a na miejscu ukruszenia powstawały wrzody. Nie pomagało nic karmienie tych zwierząt ciałkami nabłonkowymi, gdy jednak ciałka takie, pochodzące oczywiście od innych osobników, wszczepiono im w śledzionę lub mięśnie, zwierzęta przychodziły napowrót do zdrowia, objawy nerwowe ustawały, a nadto znikła też i choroba zębów, które zagoiły się i rozwijały się nadal normalnie.

Stwierdzono też przy tego rodzaju doświadczeniach, że nie wystarcza zalewać organizm wewnątrznie wapnem, do wyzdrowienia konieczna jest w organizmie obecność ciałek nabłonkowych, a więc doprowadzanie doń

owych tajemniczych tworów, hormonów, których wapno zastąpić nie zdoła. Stwierdzono też dowodnie, że i do normalnego wzrostu i rozwoju kości, jakoteż do kostnienia chrząstki, koniecznym jest współdziałanie ciałek nabłonkowych, gdyż inaczej potworzą się kości, podobne do tych, jakie napotyka się u chorych na rachitis, a także i kostnienie chrząstki ulega zawieszeniu. Gdy na przykład zwierzęciu, któremu wyjęto ciała nabłonkowe, złamano kość goleniową, to w miejscu złamania zrasta się wprawdzie u niego goleń, lecz tylko zapomocą chrząstki, która jednak pozostaje miękką i gąbczastą i nie wapnieje tak, jak u zwierząt normalnych.

Z wszystkich tych przytoczonych tu badań i doświadczeń widzimy, jak olbrzymia, a nawet niezbędna jest rola, którą ma do spełnienia w organizmie tych parę drobnych ciałek nabłonkowych, tak drobnych, że istnienie ich przez tyle wieków zupełnie przeoczono. Nic też dziwnego, że przeoczyć tembardziej musiano ich znaczenie i działanie, które dopiero w ostatnich latach zaczyna się należycie oceniać, albo raczej tylko odgadywać, bo jeszcze daleko może nauce do całkowitego, wyczerpującego ich zgłębienia.

Pod wielu względami analogiczne i podo-

bne jak ciałko nabłonkowe skutki wywiera na organizm dalszy gruczoł bezprzewodowy, leżący w bliskim sąsiedztwie tych ciałek, znacznie od nich większy, t. zw. *grasica thymus*. Jest to organ parzysty, położony na przedzie ciała, poniżej gruczołu tarczowego. *Grasica* składa się z dwóch płatów zwisających w kształcie stożków tak, że górne ich części są na szyji i dochodzą prawie aż pod gruczoł tarczowy, a dolne, znaczniejsze, leżą pod mostkiem, przylegając do przedniej powierzchni osierdzia. *Grasica* powstaje podobnie jak i gruczoł tarczowy, z entodermalnego nabłonka trzeciej kieszeni skrzelowej, a odznacza się tem, że u dziecka jest ona stosunkowo znacznie większa i pod każdym względem doskonalej rozwinięta, niż w wieku późniejszym człowieka, tak, że u starca prawie już zanika, chociaż nie całkowicie. U noworodka ma ona długości 5 do 6 cm., szerokości u podstawy 3 do 4 cm., a grubości jeden cm., waży zaś 15 gramów. — W drugim roku życia dziecka waży ona 25 gr., w okresie dojrzewania płciowego dochodzi do 40 gr., następnie jednak zmniejsza się szybko tak, że w 45-tym roku życia waży 10 gramów, ma więc widoczny związek z płciowem życiem organizmu. Płat jej każdy powleczony jest tkanką łączną,

popod którą rozróżnić można już z zewnątrz liczne zrazy, płatki, u noworodka w liczbie około dwudziestu, z których cała grasica się składa. W zraziku każdym, mającym przekroju około 20 mm., rozróżnić można ciemniejszą substancję korową i jaśniejszą rdzeniową, których podstawowe rusztowanie tworzy siatka, zbudowana z wielkich komórek nabłonkowych, łączących się między sobą delikatnymi wypustkami, a stanowiących ów pierwotny nabłonek kieszeni skrzelowej, z którego grasica właśnie pochodzi. Wśród nich, między okami siatki, znachodzą się małe komórki, barwiące się ciemniej i nadto nagromadzenia komórek nabłonkowych pochodzenia mezodermalnego. W późniejszym wieku elementy komórkowe zanikają, a ich miejsce wypełnia tkanka tłuszczowa, ten najniższy, rozkładowy prawie twór organizmu.

Ma więc grasica budowę typowo gruczołową, lecz przewodu gruczołowego zupełnie nie posiada. Mimo to wpływ jej na organizm i jego nawet najistotniejsze funkcje jest bardzo znaczny, jak o tem można sądzić także i z objawów, jakie się znachodzą przy nieprawidłowościach chorobowych tego organu. Tak np. podaje Klose, że przerost grasicy oddziałuje na skład krwi niekorzystnie, mianowi-

cie pomnaża w niej znacznie liczbę ciałek białych. Podczas gdy normalna ilość tych ciałek wynosi 7.000 w milimetrze sześciennym krwi, to przy przeroście grasicy liczba ta zwiększyć się może do 18.000. Pokazały dalej doświadczenia, że grasica wywiera także wybitny wpływ na asymilację wapna w organizmie, co znów odbija się bezpośrednio lub pośrednio na procesie tworzenia się kości u osobników młodych. Gdy młodym, płciowo niedojrzałym jeszcze zwierzętom wycięto grasicę, zauważono już po czterech tygodniach w systemie kostnym zmiany, podobne do tych, które powstają po wycięciu gruczoła przytarczycowego: piszczele kostne odnóż stawały się miękkie, i powstawały na nich kuliste narośla, zaś chemiczne badania moczu, porównywane z ilością wapna, wprowadzanego do organizmu z pożywieniem, wykazywały, że organizm, to znaczy kości i inne tkanki traciły na zawartości w nich wapna. Natomiast zarówno zwierzęta dorosłe, jak i starzy ludzie znosili wycięcie grasicy bez widocznej szkody. Psy, którym wyjmowano grasicę w dziesiątym dniu po urodzinach, przestawały rósć, a kości ich wykazywały zmiany chorobliwe, opisane powyżej, natomiast operacja podobna, wykonana u psów dwudziestodniowych nie pociągała już za sobą

żadnych złych następstw. Wogóle więc trzeba wedle dotychczasowych badań uważać grasicę za gruczoł, którego inkrety służą głównie do pobudzania organizmu, mianowicie szkieletu kostnego, do szybkiego wzrostu, przez regulowanie przemiany wapna w organizmie. Grasica ma za antagonistę, przeciwnika, w organizmie gruczoły płciowe, których inkrety przeciwdziałają jej inkretom. To też gdy gruczoły płciowe dochodzą do najwyższego rozwoju, grasica maleje znacznie, a wzrost organizmu zaczyna się zwalniać, aż wreszcie ustaje. Inkrety grasicy mogą działać także i wtedy, gdy karmimy zwierzę obcemi grasicami. Ciekawe niezmiernie rezultaty otrzymał pod tym względem Abderhalden, w ciągu swych trzydziestu doświadczeń, w których karmił świeżemi grasicami kijanki żabie. Po dwudziestu dniach takiego odżywiania osiągnęły kijanki długość do 389 mm., podczas gdy ich siostrzyce, normalnie karmione, doszły co najwyżej do 292 mm., przyczem jednak przemiana larwalna u kijanek karmionych grasicą, doznawała zahamowania.

Z kolei rozpatrzeć należy dwa gruczoły, stojące anatomicznie i topograficznie w związku z mózgiem. Jeden z nich to t. zw. przysadka (*hypophysis*), a drugi, ciało szyszkowate (*corpus*

pineale). Pierwszy, przysadka mózgowa, jest to twór owalny, drobny, bo zaledwie na półtora centymetra szeroki, dwa cm. gruby, i pół cm. wysoki, i wazący około pół grama. Mimo to składa on się z dwóch, albo raczej z trzech płatków, różniących się zasadniczo między sobą nie tylko budową, ale i pochodzeniem. Płat przedni, większy, pochodzi, podobnie jak gruczoł tarczowy, z nabłonka wyściełającego zagłębienia pierwotne jamy ustnej, to też ma typową budowę gruczołową; składa się mianowicie z listków i sznurów utworzonych przez komórki, wśród których rozróżnić można dwa główne typy; — jedne są większe, o ziarnistej protoplazmie i małym jądrze, inne mniejsze, o bezziańnej, trudno barwiącej się plazmie, okalającej wielkie jądro. Płat tylny przysadki jest natomiast utworzony z tkanki nerwowej, mianowicie z tak zwanej neuroglii, poprzetykanej włóknami nerwowymi, biegnącymi od podstawy mózgu do jego przedniego płata i ta część przysadki jest właściwie dalszym ciągiem lejka mózgowego. Pochodzi też z podstawy międzymózgowia, od którego początkowo oddziela się jako pusta rurka, a potem nabiera przez wzrost neuroglii, wewnętrzna pustka jego wypełnia się całkowicie. To też cała przysadka mózgowa w stanie rozwiniętym jest

częścią mózgu, mianowicie należy do między-mózgowia, z którym jest połączona zapomocą stylika i zwiesza się poniżej skrzyżowań nerwów wzrokowych, pomiędzy mózgiem a błoną powlekającą mózg, zwaną: *dura mater*. Płat średni przysadki mózgowej u zwierząt niektórych jest silnie rozwinięty, u człowieka natomiast jest w zaniku i przedstawia się tu tylko jako szereg przestrzeni wolnych, wypełnionych płynem koloidalnym, a wyścielonych komórkami nabłonkowymi.

Ten tak drobny a skomplikowany organ wywiera swemi inkretami, których jest, zdaje się, wiele rodzaju, wpływ wielki na cały organizm. Przedewszystkiem zauważono, że inkrety te podnoszą bardzo ciśnienie krwi, przy równoczesnem zmniejszeniu skurczów serca. Zjawisko to obserwować można zwłaszcza przy zastrzyknięciu pituitryny, preparatu, uzyskanego ze średniego płata przysadki wołu, przyczem roztwór słaby, bo jednodziesięciotysięczny, już wywołuje widoczne objawy. Jak wiadomo, nerw błędny, dochodzący do serca, podrażniony, także wywołuje zwolnienia skurczów serca, jednak pituitryna działa na serce nawet wtedy, gdy ten nerw przetniemy, a więc dowód to oczywisty, że oddziałuje ona na serce wprost, a nie za pośrednictwem nerwu

błędnego. Crawford sporządzał z przysadki wyciągi alkoholowe, które wstrzyknięte psu w ilości bardzo drobnej, szesnastu stusetnej części miligrama, podnosiły ciśnienie krwi u tego zwierzęcia aż o 66 mm. rtęci.

Leschke otrzymywał nadto preparaty z przysadki, które zastrzyknięte do żyły, zmniejszały zarówno u chorych na cukrzycę, na zapalenie nerek, jak i u zdrowych, wydzielanie moczu, przyczem koncentracja moczu znacznie wzrastała. Działa też przysadka i na organa tak daleko od niej położone, jak gruczoły zarodkowe. U osobników, dotkniętych niektórymi chorobami przysadki, dostrzeżono mianowicie atrofię, czyli zmarnienie jąder, zaś pewne tumory przysadki powodują nawet zanik drugorzędnych cech płciowych i tworzenie się pokładów tłuszczowych na biodrach i piersiach, podobnie jak u eunuchów. Niektórzy chcieli ten objaw przypisywać naciskowi, jaki tumor przysadki wywiera na mózg, lecz twierdzenia tego nie da się utrzymać wobec faktu, że opisane powyżej zjawiska występują także po wycięciu przysadki, a więc widoczną jest rzeczą, że chodzi tu o brak inkretów, które organizmowi dostarcza przysadka w zwykłych warunkach. To też zażywanie *hypophysyny*, ekstraktu z przysadki

sporządzonego, zapobiega tym objawom chorobliwym u tych, którym przysadkę wycięto. Pewne przerosty przysadki spowodować też mogą nadmierny wzrost ciała, tak zwaną akromegalię, której zapobiec można przez zabieg operacyjny, wykonany na przysadce, co dowodzi, że istnieje także związek między inkretami, wytwarzanymi przez przysadkę, a wzrostem szkieletu.

Drugi gruczoł bezprzewodowy, należący do mózgu, to ciało szyszkowate (*corpus pineale* albo *epiphysis*), który jest częścią tak zwanego zawzgorza mózgowego (*metathalamus*), i leży z tyłu mózgu powyżej mózdzka, na tylnym krańcu pagórka wzrokowego. Jest to organ bardzo mały, bo zaledwie 8 mm. długi, a 6 mm. szeroki, ważący piątą część grama. Zauważyć go można już w piątym tygodniu życia płodowego, gdzie powstaje przez wypuklenie nabłonkowej przykrywy międzymózgowia, więc należy do mózgu. To też ciało szyszkowe całkiem rozwinięte składa się ze zbitych razem komórek gliji nerwowej, pomiędzy które po siódmym roku życia zaczynają wciskać się wytwory tkanki łącznej, na niej zaś osadzają się następnie ziarenka z węglanu i fosforanu wapniowego i magnezowego, widzialne nawet gołym okiem a znane pod nazwą piasku móz-

gowego (*acervulus*). W komórkach neuroglji ciała szyszkiowego, można zauważyć ziarenka, barwiące się barwikami kwaśnymi, które uważają autorowie za widzialny wyraz inkretów, wytwarzanych przez ciało szyszkiowe. Że takie inkrety istnieją, można uważać za rzecz pewną, lecz z powodu położenia ciała szyszkiowego przy samym mózgu i jego drobnych rozmiarów, operacje, a tem samem badania doświadczalne są niezmiernie utrudnione, tak, że fizjologowie różnią się w poglądach na działanie tych inkretów. Przy tumorach ciała szyszkiowego dostrzeżono naprzykład u chłopca sześciolatniego tak szybki rozwój psychiczny i fizyczny, że inteligencją i rozwojem płciowym równał się on chłopcu siedemnastoletniemu, przyczem odznaczał się bardzo wesołym usposobieniem. Niektórzy sądzą, że inkrementy, wytwarzane przez ciała szyszkiowe, działają korzystnie na funkcje psychiczne i rozwój władz wyższych, i dlatego przepisują dzieciom odżywianie się preparatami, zrobionymi z ciał szyszkiowych. Ale dopiero daleka może przyszłość wykaże, o ile ich nadzieje są słuszne, w każdym razie dziś za fakt przyjąć trzeba, że ciało szyszkiowe jest gruczołem bezprzewodowym, i że jego inkrementy mają ważną rolę do spełnienia w życiu i rozwoju organizmu.

Jednym z najwybitniejszych gruczołów bezprzewodowych jest bezsprzecznie t. zw. nadnercze, nad którem pracują już fizjologowie i patologowie od dawna i które dostarczyło już medycynie bardzo cennych preparatów o zupełnie stwierdzonem oddziaływaniu.— Nadnercze (*glandula suprarenalis*) jest to organ parzysty, składający się z dwóch gruczołów, o postaci trójkątnej, spłaszczonej, z których każdy spoczywa na jednej nerce, oddzielony od niej pokładem tkanki łącznej i tłuszczowej. Nadnercze prawe leży na nerce prawej na górnym odcinku jej przedniej powierzchni i ma kształt trójkątny, nadnercze lewe, o kształcie raczej półksiężycowatym, spoczywa na nerce lewej przykrywając górną i środkową część jej powierzchni przedniej. Każdy z tych gruczołów waży 11 do 18 gr. przy długości 4 do 6 cm. i szerokości 2 do 3 cm. W budowie wewnętrznej nadnercza dostrzec można odrazu dwie warstwy, różniące się nie tylko barwą i kształtem, lecz nawet pochodzeniem, każda z nich bowiem zakłada się osobno i potem dopiero się łączą razem u człowieka, u zwierząt zaś niektórych niższych istnieją one każda z osobna, tworząc dwa oddzielne organy. Warstwa górna, korowa, której barwa żółto-brunatna prześwieca przez spoistą kapsułkę,

otaczającą nadnercze, utworzona jest z komórek, grupujących się pod powierzchnią nadnercza w gromadki, które następnie, idąc ku wnętrzu gruczołu, ustawiają się w słupki i wreszcie w siatki. Protoplasma tych komórek zawiera w sobie kuleczki lipoidalne, jasnego koloru. Dolne warstwy siateczek substancji korowej mieszają się już z komórkami niższej, wewnętrznej warstwy nadnercza, z tak zwaną substancją rdzeniową, która ma budowę miękką i raczej kleistą, o barwie szarej, i obejmuje komórki duże, odznaczające się wyglądem bladym, ziarnistym, a zawierające prócz wielkiego jądra liczne ziarenka barwikowe i tłuszczowe. Kołossow i Landau wykazali istnienie u komórek substancji korowej, wspomnianych wyżej, mostków międzykomórkowych, to znaczy wypustek plazmatycznych, przechodzących z jednej komórki do drugiej, a podobne mostki znalazł nadto Landau także i u komórek substancji rdzeniowej. Co do pochodzenia, to substancja rdzeniowa zakłada się w jamie ciała z tego samego nabłonka, co gruczoły rozrodcze, natomiast część rdzeniowa powstaje wraz ze zwojami nerwu sympatycznego jamy brzusznej. To też i inkretami różnią się obie te substancje zasadniczo, podczas gdy bowiem z substancji rdzeniowej

otrzymujemy adrenalinę, to substancja korowa dostarcza tak zwanej choliny.

Już w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia udało się badaczom, jak Vulpusowi i Virchowowi, wydobyć z komórek rdzenia nadnercza substancję swoistą, nazwaną z tego powodu adrenaliną, którą następnie przez odpowiednie badania barwikowe wykryć można w roztworach tak słabych, że na jedną część tej substancji przypada trzydzieści milionów rozpuszczalnika. Metody później wynalezione doszły pod względem otrzymywania adrenaliny z nadnercza do takiej doskonałości, że adrenalinę otrzymywano w stanie krystalicznym i wreszcie nauczono się wytwarzać ją sztucznie, syntetycznie. Stwierdzono też, że u człowieka na 100 kilo wagi ciała przypada 8 mg. adrenaliny i że taką ilość wlewają gruczoły nadnercza w krew ciała człowieka dwadzieścia razy na dobę. Cyfra ta oczywiście nie jest zupełnie ścisła, obliczono ją bowiem z analogji, branej z doświadczeń, czynionych nad kotami, którym robiono przetokę w nadnerczu i obserwowano ilość i jakość cieczy wypływającej. Pokazało się, że na minutę otrzymywano średnio 1/2 cm. sześciennego cieczy, z której w ciągu doby wydobyto 5 mg. adrenaliny. Autorowie różnią się też co do danych po-

wyższych, ale jest faktem, że idąc za najskromniejszymi nawet przypuszczeniami, koncentracja adrenaliny w krwi naszej nie jest większą ponad jeden do 500 milionów. I taka koncentracja wystarcza do wywołania zamierzonych przez przyrodę w organizmie skutków! A skutki te i oddziaływania adrenaliny są bardzo silne i ważne.

Wyciąg z substancji korowej nadnercza, wstrzyknięty do zwierzęcia zdrowego, wywołuje silne zwężenie arteryj i idące bezpośrednio za tem wzmożenie ciśnienia krwi, zwolnienie uderzeń pulsu, a nawet zatrzymanie skurczów przedsionka serca, przyczem zmniejsza się znacznie, a nawet zupełnie ustaje wydzielanie moczu, oddech staje się krótki i przyspieszony, a gdy dawka zbyt wielka, następuje śmierć przez porażenie centralnego systemu nerwowego i serca. Z drugiej jednak strony wycięcie całkowite obu gruczołów nadnercza również jest zgubne dla organizmu i powoduje zgon przy oznakach zatrucia powolnego, osłabieniu, ubytku na wadze ciała i obniżeniu temperatury, co wskazuje na to, że inkrety nadnercza obok oddziaływania silnego na system nerwowy, mają za zadanie niszczenie w organizmie pewnych substancyj trujących, które się tam wytwarzają. Co do działań adre-

naliny na czynność serca, to doświadczenia angielskich badaczy Brodi'ego i Dixona stwierdziły dowodnie, że adrenalina atakuje bezpośrednio zakończenie nerwu sympatycznego, który dochodzi do serca, a nie mięsień serca, gdy bowiem to zakończenie przez oddziaływanie porażającej substancji, np. ergotoksyny, wyłączono, wtedy podziałanie na serce zwierzęcia adrenaliną nawet w większej ilości, nie wywierało żadnego na skurcze serca wpływu. Także i na ruch robaczkowy jelita oddziałuje adrenalina, osłabiając go bardzo wybitnie. Działanie jej jest tu tak silne, że po wstrzyknięciu do żyły roztworu adrenaliny rozcieńczonego w stosunku jeden do 30 milionów, występuje znaczne zmniejszenie ruchu robaczkowego kiszek, silne ściągnięcie mięśni zamykających i zwężenie naczyń krwionośnych kiszek. Zresztą wogóle hormony silny wpływ wywierają na ruch robaczkowy kiszek. Adrenalina, jak dopiero co widzieliśmy, go zwalnia, wyciąg z przysadki, pituitryna, go przyspiesza, a czyni to samo także i inkret gruczołu tarczycowatego, gdyż po wycięciu tego gruczołu następuje zawsze obstrukcja, która po spożyciu gruczołów tarczycowych lub zastrzyknięciu wyciągu z tego gruczołu zamienia się wnet na rozwolnienie. Zauważyć tu jednak

należy, że to działanie inkretu gruczołu tarczycowego nie jest bezpośrednio na nerwy lub mięśnie kiszek, lecz odbywa się w ten sposób, że inkret tego gruczołu zwiększa pobudliwość nerwu błędnego, którego jedna gałąź dochodzi do kiszek i który ma tu za zadanie przyspieszać ruch robaczkowy; gdy więc przez wycięcie gruczołu tarczycowego zabraknie pobudki pochodzącej z jego inkretu, słabnie też i działanie pobudzające nerwu błędnego na ruch robaczkowy kiszek.

Inkrety wywierają swe działanie nawet na takie zjawiska w organizmie, jak temperatura i wytwarzanie ciepła. Zastrzyknięcie adrenaliny w żyły, wzmacnia wnet temperaturę organizmu, a podobne skutki wywołuje także inkret gruczołu tarczycowego i przysadki, tylko że sposób bezpośredniego oddziaływania jest inny. I tak adrenalina sprawia przede wszystkim zwężenie naczyń krwionośnych i z tego powodu krew odpływa od powierzchni ciała do jego wnętrza i stąd mniej traci swego ciepła nazewnątrz, a więc nie tak szybko stygnie. Chociaż więc bezwzględna ilość wytwarzanego ciepła w organizmie się nie zmieniła, to jednak temperatura jego wzrosła, gdyż zwolniło się ostudzenie organizmu przez oddawanie ciepła nazewnątrz. Inaczej natomiast

działają inkrety tarczycowe i przysadki. Te mianowicie przyspieszają utlenianie w komórkach ciała, i przez to sprawiają, że wytwarza się w organizmie znacznie więcej ciepła, przez co temperatura organizmu wzrasta. Przyczyny więc różne, a skutki te same. Małeńki ten, lecz interesujący obrazek z wewnętrznego życia organizmu pokazuje, jak tam niezmiernie skomplikowane odbywają się procesy i wzajemne oddziaływania, o których ludzkość dotychczas nic a nic nie wiedziała, a ileż tam jeszcze do zbadania tajemnic, ile do rozwikłania zagadek mieści się w tem jednym, tak prostym pojęciu, które obejmujemy wyrazem: życie!...

Że i na psychiczne stany i zjawiska nie pozostają bez wpływu inkrety, to można było łatwo przewidzieć z ich oddziaływań na system nerwowy. Cannon i de la Paz stwierdzili jednak ten wpływ i bezpośrednio doświadczeniem. — Kazali oni mianowicie psom przez czas dłuższy oszczekiwać koty, co oczywiście wprawiało te koty w wielkie rozdrażnienie i podniecenie nerwowe, poczem badali ich nadnercza. Pokazywało się zawsze, że po takim podnieceniu ilość adrenaliny w ich nadnerczu była stale zwiększona. Do podobnego rezultatu doszedł także Hopkins w doświad-

zeniach na zwierzętach, które podniecał psychicznie i drażnił, zadając ból nerwom obwodowym, zapewne przez bicie. Z tych doświadczeń wyciągają niektórzy autorowie interesujący wniosek. Jak wiadomo z codziennego doświadczenia, gniew lub inne psychiczne gwałtowne wzburzenia, wywołują u człowieka takie same objawy, jakie widzimy przy zastrzyknięciu adrenaliny, a mianowicie: rozszerzanie się źrenicy, wzmożenie ciśnienia krwi, przyspieszenie bicia pulsu, obstrukcję. Otóż można sobie to tak wytłumaczyć, że podobnie jak u wspomnianych powyżej kotów, podrażnienie psychiczne oddziałuje przez system nerwowy na wzmożenie adrenaliny w nadnerczu, a ta wylewając się do krwi w znaczniejszej niż zwykle ilości, wywołuje wspomniane objawy. Znaczyłoby także, że wytwarzanie się i oddziaływanie inkretów odbywać się może momentalnie, prawie natychmiast.



IV.

Jakkolwiek dziwne i wprost zdumiewające nieraz są fakty, które nauka najnowsza wykryła w związku z gruczołami bezprzewodowymi, a które opowiedzieliśmy w poprzednich artykułach, to jednak maleją one wobec oddziaływań na organizm innej jeszcze grupy gruczołów inkretowych, mianowicie gruczołów płciowych, u osobników męskich zwanych „jądrami” — *testes*, u żeńskich „jajnikami” — *ovaria*. Jedne i drugie są same przez się właściwie gruczołami przewodowymi; mają one za zadanie bezpośrednio i główne wytwarzanie komórek płciowych. Gruczoły osobników męskich produkują, jak wiadomo, komórki zarodkowe męskie, zwane plemnikami czyli spermą, podobnie gruczoły osobników żeńskich produkują komórki rozrodcze żeńskie, tak zwane komórki jajowe. Do wytwarzania tych komórek istnieją, zarówno w jądrze jak i w jajniku, osobne grupy komórek, tak zwane

komórki rozrodcze, a cały proces niesłychanie skomplikowanego tworzenia się i dojrzewania plemników i jaja jest jednym z najjaskrawszych dowodów celowości w organizmie zwierzęcym i ludzkim.

Gruczoł płciowy męski składa się z około 300 stożkowatych zrazików. Każdy taki zrazik, zwrócony podstawą do powierzchni jądra, a końcem ku jego wnętrzu, utworzony jest z kanalików, u ujścia, to jest ku wierzchołkowi stożka prostych, a ku podstawie czyli wnętrzu stożka poskręcanych i ta właśnie część poskręcana jest wytwórnią plemników. Mianowicie kanalik poskręcany (*tubulus contortus*) jest to rurczka około ćwierć milimetra mająca w przekroju, utworzona z tkanki łącznej, której wnętrze wyściela nabłonek utkany z dwojakiego rodzaju komórek. Jedne z nich, tak zwane komórki Sertoli'ego, są wielkie, cylindryczne, przechodzą przez całą grubość nabłonka i opatrzone są jasnym, dużym jądrem. Drugiego rodzaju znowu komórki są okrągłe, znacznie mniejsze, tak, że w nabłonku kilka ich warstw na sobie leży i to są właśnie komórki rozrodcze, z których przez liczne przemiany tworzą się plemniki. Pojedyncze kanaliki znowu oddzielone są od siebie tkanką łączną, wśród której dostrzec można gromadki

lub sznurki komórek dużych, owalnych lub wielobocznych, z których każda ma jedno lub nawet kilka jąder, położonych ekscentrycznie. Protoplasma tych komórek ma budowę siatkową i zawiera często w sobie rozmaite drobne twory, jak kropelki tłuszczu, dalej opisane przez Rankego większe lub mniejsze krystaloidy, jakby kryształki, utworzone z białkowej substancji, wreszcie tak zwane mitochondrje, owe w najnowszych czasach histologów tak wiele zajmujące sobą twory, zdaniem Arnolda jakby osobne organy komórki, które tu występując w postaci kuleczek lub delikatnych nitek, a którym w komórce przypisuje Meves wogóle czynność gromadzenia ze krwi potrzebnych dla życia komórki substancyj i przerabiania tychże odpowiednio do każdorazowych potrzeb komórki. Mitochondrje byłyby to więc maleńkie, bo jakie tysięczne części milimetra przekroju mające laboratorja chemiczne, które jednak doskonałością swą i sprawnością przewyższają wszystko, co dziś wogóle chemja nasza, tak zresztą potężna, zdziałać jest zdolna. Otóż te komórki, noszące nazwę komórek Leydiga, których znaczenia do niedawna zupełnie nie rozumiano, są dla organizmu niesłychanie ważne. Stanowią one mianowicie gruczoły bezprzewodowe, których

wytwory, wlewane wprost do krwi, wywierają na cały organizm, jego budowę i właściwości zarówno fizjologiczne, jak nawet i psychiczne, wpływ zasadniczy. Pamiętać trzeba, że te komórki Leydiga leżą poza woreczkami, wytwarzającymi plemniki, dodać jednak należy, że niektórzy autorowie przypisują własność wytwarzania inkretów także i komórkom Sartoli'ego, znajdującym się we wnętrzu rurki.

Gruzoł płciowy żeński, *ovarium*, organ również parzysty jak gruczoł męski, utworzony jest z tkanki łącznej, pomiędzy którą wchodzi sznury komórek, pochodzących z komórek nabłonka zarodkowego, a zróżniczkowanych dwojako. Jedne z nich mianowicie pozostały komórkami nabłonkowymi, a inne przeszły w wielkie komórki o wybitnym jądrze i te stanowią tak zwane „prajaja“. Po jakimś czasie, gdy komórek przez podział przybywa coraz to więcej, sznury te, zwane wężami Pflügera, rozpadają się na grupy komórek, przyczem na każdą grupę składa się jedno prajajo i otaczające je komórki nabłonkowe. Grupka taka zwie się pęcherzykiem pierwotnym i z niego przez dalszy rozwój powstaje później tak zwany pęcherzyk Graafa, wewnątrz którego jajo pierwotne dojrzewa i skąd po pęknięciu pęcherzyka wydziela się. Jaja pier-

wotne powstają z nabłonka zarodkowego tylko w samym początku życia dziecka, a przy końcu pierwszego roku życia już proces ten ustaje, tak, że ilość wszystkich pęcherzyków pierwotnych, a więc i prajajowych, wynosi od 35.000 do 72.000, z nich jednak dojrzewa tylko około 400, a reszta ginie przez degenerację. Tymczasem męskie plemniki wytwarzają się bez ograniczeń aż do późnej starości organizmu. W jajniku dokonywują się tedy dwójakiego rodzaju procesy; jedne pęcherzyki i zawarte w nich komórki jajowe rozwijają się w takim tempie, że od wieku dojrzewania płciowego aż do roku mniej więcej 45-go życia osobnika co 28 dni jeden pęcherzyk Graafa pęka i oddaje jajo nazewnątrz, gdy tymczasem inne pęcherzyki, daleko liczniejsze, ulegają zwyrodnieniu. Po pęknięciu pęcherzyka dojrzałego powstaje w jajniku blizna i mała narośl, tak zwane ciało żółte, *corpus luteum*. Gdy zaś pęcherzyk zmarnieje, nie dojrzewając, co się dzieje przez to, że wewnątrz jego wypełnia się zdegenerowanym nabłonkiem, powstaje tak zwane ciało żółte fałszywe, *corpus luteum spurium*. Otóż te właśnie ciała żółte są zdaniem autorów, gruczołami inkretowemi, których działanie, niezmiernie ważne, i wybitne, rozciąga się na cały organizm żeński.

Pierwszem bezpośrednim zadaniem inkretu pochodzącego z prawdziwego ciała żółtego, jest stworzenie pewnych warunków dlażywionego płodu. Prócz tych ciałek żółtych uważają niektórzy za gruczoły inkretowe inne jeszcze komórki, które także grupkami zachodzą się w tkance łącznej jajnika, lecz nie są związane z pęcherzami Graafa, tak zwane komórki interstycjalne.

Jak bezwzględne, pierwszorzędne i wszechstronne znaczenie dla organizmu mają inkrety i hormony tych bezprzewodowych gruczołów płciowych, przekonywuje o tem choćby ta niezmierna, wprost nie dająca się objąć ilość prac zarówno doświadczalnych jak i teoretycznych, które temu przedmiotowi się poświęca od lat zwłaszcza dziesiątych bieżącego stulecia, a które zapoczątkował na wielką skalę i do nich zapalił, znany już chyba dzisiaj wszystkim choćby z pism codziennych, prof. Steinach*) swemi pracami nad sztuczną, oczywiście częściową, przemianą płci, nad odmłodzeniem organizmów. Dla nauki ścisłej za najważniejszy i zupełnie nowy a epokowy rezultat uważać należy wykrycie i udowodnienie faktu, że tak zwane drugorzędne cechy płcio-

*) Porówn.: Dr. P. Schmidt: Theorie und Praxis der Steinach'schen Operation. Wiedeń—Lipsk 1922.

we organizmie powstają wyłącznie lub prawie wyłącznie nie pod wpływem komórek płciowych, jak dotychczas powszechnie mniemano, lecz pod działaniem hormonów czy inkretów, które są wytwarzane przez owe komórki interstycjalne gruczołów płciowych.

Istnienie różnicy płci u wyższych organizmów żywych, począwszy już od wyższych roślin — bo o niższych organizmach pod tym względem bardzo niewiele wiemy — jest nam dane w sposób oczywisty przez przyrodę. Od dawna niepokoiły jednak umysły ludzkie te dwa zasadnicze pytania: najpierw na czym polega właściwie różnica płci, a powtóre kiedy i przez jakie czynniki ta różnica w organizmach młodych się zapoczątkowuje. Te różnice są dwójakie. Jedne, istotne, i niemi są wyłącznie same gruczoły rozrodcze, produkujące komórki płciowe, a więc wedle tego zdania istotną cechą osobnika męskiego jest jądro męskie, zaś żeńskiego jajnik. Wszystko zaś inne, nawet przewody organów rozrodczych, są to już cechy drugorzędne. Cech zaś tych drugorzędnych jest bardzo wiele i wchodzi one głęboko w organizm i jego funkcje, jak gdyby dając poznać przez to, jak wielką wagę przyroda przykładu do różnicy płci, która ma przecież służyć do zachowania całego gatunku.

Więc prócz zewnętrznych organów rozrodczych należy tu różnica wzrostu, który u kobiet o kilkanaście centymetrów średnio jest mniejszy niż u mężczyzn, dalej głos, który u męskiego osobnika zniża się o oktawę, czyli, jak mówimy, mutuje, właśnie w okresie pokwitania, następnie porost i rozmieszczenie włosów na powierzchni ciała, pojemność czaszki, wielkość mózgu, skład krwi — u kobiety jest milion ciałek czerwonych mniej w milimetrze sześciennym, niż u mężczyzny, — nawet temperatura ciała i ilość wytwarzanego ciepła, które u kobiety są również mniejsze, niż u męskich osobników. Otóż sądzono dawniej, aż do czasów najnowszych, że wszystkie te cechy płciowe są najściślej związane z tkankami bezpośrednio produkującymi komórki płciowe, jaja i plemniki, a do tego wniosku dochodzono przez zbyt powierzchowne tłumaczenie zjawisk, napotykanych u kastratów obu płci. Temu właśnie pogładowi położyły koniec prace Steinacha i innych, które dowodnie wykazały, że przyczyn powstawania drugorzędnych cech płciowych należy szukać wyłącznie w hormonach i inkretach, produkowanych nie przez komórki rozrodcze płciowe, lecz przez znajdujące się obok nich owe komórki interstycyjne. Prze-

oczono mianowicie dotychczas ten fakt dlatego, bo nie obserwowano dosyć ostrożnie i nie zwracano uwagi na to, że usuwając gruczoł płciowy, wydalano wraz z nim i owe komórki hormonalne, które widziano wprawdzie, ale ich znaczenia w organizmie nie rozumiano i nie przeczuwano.

Niepodobna tu, a nawet zbytęzną byłoby rzeczą streszczać wszystkie dotyczące prace doświadczalne Steinacha; wystarczy wskazać na zasadnicze, stanowiące podstawę i punkt wyjścia dla następnych. Prace te zaś polegają przede wszystkim na przeszczepianiu zwierzętom kastrowanym, a więc właściwie bezpłciowym, gruczołów płciowych innych osobników tego samego gatunku, przyczem występowały na jaw zjawiska niezmiernie charakterystyczne i pouczające. Pokazywało się mianowicie, że tak przeszczepiane organa przyjmowały się w nowym gospodarzu, lecz ulegały wkrótce znacznym przemianom wewnętrznym mianowicie ich komórki płciowe, a więc owe komórki wyścielające rurki jądra u męskich organów, a u żeńskich pęcherzyki Graafa, ulegały wkrótce zanikowi, a natomiast komórki interstycyjne rozrastały się bardzo bujnie. Że zaś przytem osobnik kastrowany po takim wszczepieniu nabierał cech drugo-

rzędnych płciowych tego osobnika, czyli tej płci, którego organa weń wszczepiono, więc wniosek jasny i oczywisty, że te cechy powstają pod wpływem wydzielin hormonów, produkowanych przez te komórki interstycyjne, same zaś komórki płciowe, które tu przecież zanikły, na powstawanie tych cech i ich trwanie żadnego wpływu bezpośredniego nie wywierają.

Oto przykład takich zarodniczych doświadczeń Steinacha. Rodzina morskich świnek, składająca się z trzech siostr i brata. Dwom siostrom wyjął Steinach jajniki i następnie jednej z nich wszczepił jądro męskie morskiej świnki. U tak zoperowanej samicy już po 14 dniach zaczęły objawiać się dziwne przemiany. Otrzymała ona sierść męską, poczęła szybciej rósć, a nawet nabrała „psychicznych“ cech męskich i to wszystko w takim stopniu, że przewyższała nawet swego brata: stała się „nadsamcem“. Gdy np. normalna samica morskiej świnki waży średnio 845 gr., a samiec 1002 gr., to ta „nadsamiec“ ważyła 1200 gr.; odległość uszu u samicy wynosi średnio 22 mm., u samca 31 mm., zaś u nadsamca była 33 mm.; długość głowy samicy jest średnio 74 mm. u samca 81 mm., u nadsamca 87 mm. Gdy zaś u nadsamca tego wy-

jęto następnie wszczepiony gruczoł płciowy męski i badano go histologicznie, pokazało się, że komórki płciowe zanikły, a natomiast bardzo bujnie rozmnożyły się i rozwinęły komórki interstycyjne Leydiga.

Podobne doświadczenie wykonał Steinach na drugim pomocie, złożonym z trzech samców i jednej samicy, tylko tu skastrował samców, a jednemu z nich wszczepił następnie jajniki żeńskie. Rezultat był analogiczny do poprzedniego, samiec tak zoperowany przybrał wkrótce wszystkie cechy swej siostry i znowu stał się nawet „nadsamicą”, gdyż ją w tem przewyższył, tak, że nawet rozwinęły mu się gruczoły piersiowe, wydające mleko. Waga normalnego samca wynosiła w tem doświadczeniu 980 gr., normalnej samicy 808 gr., zaś samca zfeminizowanego tylko 516 gr. W licznych dalszych doświadczeniach pokazało się, że to oddziaływanie wszczepionych gruczołów rozrodczych nie trwało stale, lecz po jakimś czasie przemienione płciowo zwierzęta powracały do typów swej płci normalnych, przyczem oddziaływanie gruczołów żeńskich na kastrata męskiego było trwalsze, bo można je było śledzić przez trzy i pół roku, podczas gdy wpływ inkretów gruczoła męskiego na samicę trwał znacznie krócej.

Daremne były też usiłowania dążące do tego, by przyjęły się jaja męskie wszczepione w samicę nieczyszczoną; natomiast udało się w niektórych wypadkach wszczepić zwierzęciu kastrowanemu podskórnie kawałki gruczołów płci obu, które, gdy leżały blisko siebie, zra- stały się razem i przenikały, tak, że można było następnie na preparatach obserwować, że płciowe komórki zdegenerowane jednej płci przerastały się z gromadkami takich komórek płci drugiej. Śmielej i w skutkach szczę- śliwiej poczynął sobie Sand, który wszczepiał wprost w jajniki zwierząt samic, np. świnek morskich lub szczurów, jądra samców, z czego powstawały tak zwane *ovotestes*, organa dwu- płciowe, które bynajmniej nie degenerowały się, lecz zachowywały zdolność produkowania jednych i drugich komórek rozrodczych, zaś osobniki takim organem opatrzone, stawały się typowymi hermafrodytami, to jest zachowy- wały i rozwijały w sobie cechy płci obu. Tak na przykład młodemu szczurowi w pierwszym miesiącu jego życia wszczepił Sard dwa jajni- ki w oba jądra. Szczur począł się rozwijać jako hermafrodyta, w czwartym miesiącu życia rozwinął się organ rozrodczy męski całkiem wybitnie i prawidłowo, a jądra wydzielały prawidłowo plemniki, lecz rozwinęły się także

gruczoły karmienia. Takie same, chociaż w inny sposób, doświadczenia robi czasem i kapryśna przyroda, nawet i u ludzi, a Neugebauer zebrał mozolnie z rozmaitych źródeł literackich, kronik i zapisków, do roku 1906 wiadomości o 1632 wypadkach hermafrodytyzmu u ludzi, u których *ovotestes* z natury już się znachodzą, a prócz tego sam obserwował znaczną liczbę takich przypadków. Doświadczenia powyższe Sanda i niezliczone prace wielu innych badaczy nasuwają odpowiedź na drugie pytanie, odnoszące się do kwestji płci, mianowicie kiedy i pod wpływem jakich czynników powstaje zróżniczkowanie płci, czy mianowicie płeć zdeterminowana już jest w jajach, lub czy też dopiero występuje później, przy połączeniu się jaja z plemnikiem, lub w dalszym biegu embrjonalnego rozwoju. Otóż pod tym względem panują między biologami dwa przeciwne sobie poglądy. Jedni, idąc za Halbanem, powiadają, że płeć jest zdeterminowana już w komórkach płciowych, zaś inkrety gruczołów rozrodczych służą tylko jako „podniety ochronne”, by dozwolnić się prawidłowo rozwinąć tym organom płciowym, które się już od początku zawiązały. Inni natomiast, opierając się na powyżej opisanych badaniach nad hormonami gruczołów płciowych, docho-

dzą do wniosku zupełnie odmiennego. Mianowicie sądzą, że można gruczoły rozrodcze dowolnej płci zaszczepiać z pomyślnym wynikiem osobnikom kastrowanym, że dalej można tworzyć sztucznie osobniki o płci jakgdyby mieszanej, u których da się nawet przez odpowiednie ustosunkowanie ilości obu inkretów regulować występowanie wybitniejsze cech płciowych bardziej męskich, to znów przeważnie żeńskich, że wreszcie znachodzą się *ovotestes*, to znaczy gruczoły płciowe, wydające komórki rozrodcze płci obu w przyrodzie, w sposób naturalny. To wszystko, zdaniem Weila i innych badaczy, doprowadzić musi koniecznie do wniosku, że w jajach żeńskim znajdują się w potencji oba rodzaje gruczołów płciowych, a dopiero odpowiednio do tego, czy plemnik, który jajo zapłodnił, posiada nieparzystą, czy parzystą ilość chromosomów, rozwijają się w tworzącym się osobniku zarodki komórki rozrodcze męskie lub żeńskie i odpowiednio płeć męska, lub żeńska. Płeć bowiem, jak mówią, jest tylko tam, gdzie są gruczoły płciowe. Drugorzędne jednak cechy płciowe, tworzą się i rozwijają w osobniku wyłącznie pod wpływem inkretów, wytwarzanych przez komórki interstycjalne gruczołów płciowych. Wobec takich wyników

najnowszych badań naukowych, tak często roztrząsana i raz po raz wznawiana przez różnych fachowych i niefachowych, sprawa sztucznego, dowolnego wpływania na tworzenie się płci u zarodka, musi być uważaną znowu za rozstrzygniętą w kierunku negatywnym, że mianowicie nie można wymyśleć sposobu, by wedle woli determinować płćć nowo powstającego organizmu czyto zwierzęcego, czy tćm bardziej ludzkiego.

Ale doświadczenia prof. Steinacha nad inkretami płciowemi dały pod innym względem podstawę i początek zabiegom operacyjnym, które teraz czyni się na wielką skalę po klinikach większych i które sprawę hormonów spopularyzowały. Zabiegi te mają za cel tak zwane odmłodzenie organizmu. Jak wielokrotnie miano sposobność stwierdzić w licznych doświadczeniach, czynionych na zwierzętach, inkrety gruczołów płciowych wywierają wpływ na cały organizm, tak, że nietylko pobudzają go w kierunku płciowym, lecz nadto podnoszą sprawność w pracy, odświeżając elastyczność i wydatność mięśni, podnoszą ochotę do życia i do działania, wpływają nawet na porost włosów i świeżość cery. Zpośród niezliczonego mnóstwa takich zabiegów, robionych przez rozmaitych badaczy i lekarzy,

wystarczy przytoczyć dla przykładu parę. Harms np. opisuje zabieg operacyjny, uczyniony na śwince morskiej, mającej cztery lata. Zwierzę to za młodu wesołe i żywe, popadać teraz zaczęło w uwiąd starczy, straciło popęd płciowy, osłabły i zwiędły jego mięśnie, zmatowanemi oczyma patrzyło obojętnie na swe otoczenie. Harms przeszczepił w nie kawałek jądra z młodego samca świnki, potomka tego starego samca, i już po ośmiu dniach dostrzec można było pomyślne skutki operacji. Zwierzę stało się żywe i energiczne, napa- dało gwałtownie na inne samce, znajdujące się w tym samym kojcu, oczy jego nabrały blasku, wróciła skłonność płciowa, a z nią i tworzenie się nowych plemników. Trwało to wszystko około dwóch miesięcy, poczem zaczęło słabnąć, aż wreszcie po pół roku starość powróciła. Podobne zjawiska obserwowano i u starych suk, którym wszczepiano jajniki młodych zwierząt; suki odmładniały zupełnie, a nawet jedna z nich zaszła w ciążę, przy- czym przerzedzona poprzednio sierść jej od- świeżyła się i uzupełniła. Steinach w doświad- czeniach swoich postępował w inny jeszcze sposób, mianowicie nie przeszczepiał gruczol- ów rozrodczych z innych zwierząt, lecz wynal- azł metodę, która zmuszała zwierzę do wy-

dzielenia obfitego inkretów płciowych. Jak wi-
dzieliśmy, plemniki tworzą się w jądrze, z któ-
rego wydostają się przez przewód, tak zwany *vas*
deferens, nasieniowód. Otóż Steinach w swych
doświadczeniach przewiązywał *vas deferens*, tak
że plemniki przedostać się przezeń już nie
mogły. To powodowało zanik komórek roz-
rodczych w kanalikach poskręcanych, tak, że
gruczoł przestał produkować plemniki. Nato-
miast rozwinęły się w nim bardzo bujnie ko-
mórki Leydiga i wlewały obficie w organizm
swoje inkrety. Skutek był ten sam, jak przy
wszczepianiu jąder młodych zwierząt: odmło-
dzenie organizmu i odnowienie. Gdy zaś pod-
wiązano *vas deferens* tylko u jednego jądra,
drugie wykazywało odnowienie i wzmocnienie
produkcji plemników.

Nic dziwnego, że po dokonaniu szczęśli-
wym takich operacyj na bardzo licznych
zwierzętach pokuszono się i o zastosowanie
ich do ludzi. Wynik jak się spodziewać nale-
żało, okazał się pod każdym względem po-
myślnym, a dziś operacje te należą do zupeł-
nie zwykłych i częstych. Steinach opisuje
szczegółowo zmiany, jakie zaszły w trzech
operowanych przez niego wypadkach, w któ-
rych podwijał on nasieniowód trzem ludziom
starym; obserwacje rozciągają się na r. 1918

do 1920. Przedewszystkiem zauważyć tedy można było zmiany znaczne w przemianach materji, a choć odżywianie pacjentów nie było zawsze dostateczne, to jednak waga ich znacznie się podniosła, bo aż do 12 kilo. Z twarzy zniknęły zmarszczki i bruzdy, wzmożła się siła mięśni i czynność serca, nawet paznokcie i włosy rosły szybciej i bujniej. Ustały też zjawiska spowodowane zmianami chorobliwemi naczyń krwionośnych, więc napady zawrotów głowy, utrudniony oddech, miazdżycowe bóle kończyn, a także trzęsienie rąk, pochodzące od systemu nerwowego centralnego. Równocześnie poprawiło się i psychiczne usposobienie operowanych, ustąpiło zniechęcenie i poczucie słabości, wróciła chęć i zdolność do zawodowej pracy, także i zdolność płciowa. Zauważyć przytem trzeba, że nie mogło być mowy o działaniu suggestji w tych wypadkach, gdyż równocześnie z przewiązywaniem przewodu nasiennego robiono pacjentowi dla zaretuszowania inną lokalną operację, tak, że o rodzaju i możliwym działaniu właściwego zabiegu nie miał on jasnego pojęcia. Jeden z najwybitniejszych pracowników na tem polu, dr. Lichtenstern, opisał w odczycie wygłoszonym na kongresie niemieckich przyrodników w Nauheim szereg przypadków

przez siebie operowanych, z których dla przykładu podaję jeden za Schmidtem. Chory ma lat 71, i od lat pięciu występują na jaw silne objawy uwiązdu starczego, jako to utrudniony oddech, szybkie męczenie się przy schodzeniu i przy wstępowaniu po schodach, niezdolność do intensywnej pracy, częste, przeciągłe bóle głowy, pamięć słaba, słaba muskulatura, zupełny brak zębów, egzema, skóra sucha, zwiędła, chropowata, włosy na głowie i brodzie rzadkie i siwe, głuche tony serca z lekką arytmją, puls 120, napięty, arytmiczny, trudności z pęcherzem i inne z jądrem, stąd gorączki aż do 40⁰ i dreszcze częste, a stan ogólny bardzo lichey. Przy operacji, dokonanej 10-go lutego 1919 roku, jedno jądro trzeba było wyjąć, gdyż pokazało się, że jest całe poprzetykane abscesami, a u drugiego dokonano vasoligatury czyli przewiązania nasieniowodu. Po operacji w ciągu 24 godzin gorączka ustąpiła, wyzdrowienie przychodziło szybko, po czterech tygodniach chory wyszedł z domu leczniczego, nie wiedząc jednak nic o vasoligaturze, którą mu zrobiono. Przychodził on do sił i zdrowia od wielu lat niedoznanwanego coraz szybciej, przybyło go na wadze 8 kg., nabrał mięśni, tuszy i doskonałego wyglądu, skóra stała się naprężoną i świeżą, włosy głowy,

brody i ciała rosły szybko tak, że łysina zniknęła, rosły też szybko również paznokcie, które się już nie łupały, jak dawniej, poprawiła się znacznie pamięć i mógł nie tylko intensywnie pracować, ale nadto wykonywał forsowne marsze i wstępował po schodach bez zmęczenia. Puls miał normalny, tylko 92 uderzeń na minutę, ciśnienie krwi 170 mm., tony serca czyste, egzema zniknęła zupełnie. Zdolność płciowa wróciła do stanu z przed wielu laty. Taki stan był jeszcze 13 sierpnia 1920, więc w półtora roku po operacji.

Schmidt, który w ciągu półtora zdaje się roku, bo od października 1920, wykonał operację wazoligatury na 30 pacjentach, w wieku 24 do 71 lat (robi się bowiem tę operację z dobrym skutkiem także w wypadkach przedwczesnej starości lub impotencji płciowej), tak streszcza pozytywne jej wyniki: co do zmian cielesnych skonstatował przyrost wagi ciała, naprężenie obwisłej przedtem skóry, zmiany w poroście włosów, mianowicie na przedtem przerzedzonej lub całkowitej łysinie porost włosów młodych, szybszy wogóle i gęściejszy wzrost włosów, przyczem włosy nowe są miększe i elastyczniejsze, a nie szorstkowane i sztywne, jak włosy dawne, następnie wzmożenie, nieraz bardzo znaczne, siły fizycznej

mięśni, obniżenie ciśnienia krwi, poprawa funkcji wazomotorycznych, a przez to lepszy dopływ krwi do kończyn, polepszenie znaczne siły wzroku, przyczem niejednokrotnie zmieniał się ich wyraz, przybierając blask jak-gdyby po wstrzyknięciu atropiny, wzmożone utlenianie w organizmie i wzrost znaczny apetytu, znaczne polepszenie i ulga w cierpieniach pochodzących z arterjiosklerozy czyli miażdżycy, jako to cierpięcie i mrówki kończyn, uciski w okolicy serca i bicie serca, trudność oddechu, swąd starczy, trzęsienie rąk. To są korzyści co do ciała, niemniejsze, albo raczej jeszcze wybitniejsze są zmiany psychiczne. Więc przedewszystkiem wzrost energii i elastyczności psychicznej, inicjatywy i pamięci, wzmożenie chęci do pracy i zdolności twórczej, ufności w swe siły, radości z życia i ochoty do życia, przywrócenie lub wzmożenie popędu seksualnego. Jeżeli przewiązano *vas deferens* tylko jednego jądra, to w drugim zauważyć można było odnowienie lub wzmożenie plemników. Ten ostatni skutek operacji kto wie, czy nie może nasunąć pewnych trudności i wątpliwości w praktykowanem dotychczas postępowaniu dowodowem przy uznaniu za nieważne małżeństwo z powodu impotencji, w obecnem określeniu tejże.

Ale pomijając tę kazuistykę prawniczą, przy rozpatrywaniu oddziaływań inkretów płciowych natrafiamy i na inną kwestję, drażliwą, lecz niesłychanie ważną, z którą zapoznać się i gruntownie ją rozważyć winni zarówno moralisci i wychowawcy, jak sędziowie i obrońcy trybunałów karnych. Chodzi tu mianowicie o sprawę tak zwanego homoseksualizmu, nie-naturalnej skłonności do osobników tej samej płci. Jedni, jak Schrenck-Notzing, Kraepelin, uważają, że skłonność ta jest nabytą, mianowicie przez skierowanie przez zewnętrzne okoliczności, budzącego się w epoce pokwitania pociągu płciowego, który zdaniem ich jest jeszcze z początku obojętny, na niewłaściwe tory; inni natomiast za Ulrichsem, Krafft-Ebingiem, Hieschfeldem utrzymują, że to zboczenie popędu jest wrodzone, przyczem wedle dawnej teorii, która wszystkie czynności i właściwości psychiczne łączy jedynie z mózgiem, tłumaczyli je przez to, że obciążony osobnik posiada rzekomo jakoby dwózpłciowy mózg. Jest jeszcze inna grupa moralistów i psychiatrów i ta zdaje się najwięcej ma słuszności. Stronnicy jej utrzymują, że homoseksualizm może być nabyty przez złą wolę i okoliczności, i ten jest czasowy, może jednak także być i wrodzony i ten jest pocią-

giem trwałym, niezależnym od wpływów zewnętrznych. Wobec tych różnic zdań i poglądów rzeczą będzie pierwszorzędnej wagi pytanie, czy i jakie odpowiedzi, oparte nie na przypuszczeniach, lecz na materiale faktycznym, doświadczalnym, mogą nam dać prace nad inkretami.

Otóż rzeczywiście istnieje pod tym względem cały szereg prac i badań o rezultatach niesłychanie ciekawych i pouczających. Zaczęto oczywiście od zwierząt, gdzie nieraz zauważyć można taki homoseksualizm, zwłaszcza u kóz. Steinach zbadał histologicznie jajnik kozy, która chociaż miała żeńskie organa płciowe zupełnie prawidłowo rozwinięte, jak również i somatyczne, zewnętrzne cechy samicze, jednak stale unikała obcowania z kozłem, a natomiast zwracała się popędliwie do kóz. Wynik badania był bardzo ciekawy, pokazało się mianowicie, że jajnik tej kozy był mieszaniną tkanki jądrowej i jajowej, z przewagą komórek interstycjalnych inkretowych. Następnie zwrócił się Steinach do badań nad homoseksualizmem u ludzi i zbadał jądra pięciu tak obciążonych osobników męskich. U wszystkich skonstatował mniejszy lub większy zanik kanalików wytwarzających plemniki, lecz co ciekawe, także i komórki

Leydiga były w zaniku, a natomiast znalazł Steinach w jądrze męskim tych ludzi nowe komórki, bardzo wielkie, bo od komórek Leydiga trzy razy większe, o wielkim jądrze, a czasem o dwu i trzech jądrach, słabo się barwiące. Steinach uważa je za komórki żeńskie i nazywa je też F-komórkami, Feminine Zellen, i przypuszcza, że komórki te w miarę tego, czy bezpośrednio wpływają na organa płciowe, czy też hamują działanie inkretów komórek Leydiga, mogą wywołać rozmaite typy zfeminizowania osobnika męskiego. Opierając się na tych badaniach, przeszczepiono homoseksualnym osobnikom męskim jądra męskie i rzeczywiście w ten sposób osiągnięto usunięcie skażonego popędu płciowego i skierowanie go na właściwe tory. Doświadczenia te i badania wskazują, że istnieją wypadki homoseksualizmu wrodzonego, opartego na zboczeniach anatomicznej i fizjologicznej natury, i że zapomocą opisanych powyżej zabiegów operacyjnych można te zboczenia usunąć. Wobec tego nieraz przestępcę zamiast do więzienia należałoby może posłać na stół operacyjny.

Doświadczenia powyższe nad odmłodzeniem organizmu i przywróceniem mu sił niezwykłych w danym wieku życia i sprawności

psychicznej, rzucają wreszcie światło jasne, nawet jaskrawe, na jedną jeszcze sprawę pierwszorzędnej doniosłości, mianowicie na sprawę tak zwanej ogólnie wstrzemięźliwości płciowej, czyli moralnej czystości ciała i ducha. Widzimy, jak łatwym zabiegiem operacyjnym spowodować można zanik produkcji i nawet istnienia komórek, wytwarzających plemniki, i że to działa niesłychanie korzystnie na cały organizm, odmładza go o lat wiele, przysparza sił tak ciała jak i ducha, z nieużytki czyni dzielnego, pełnego sił, i tem wartościowszego człowieka, że do nabytego z wiekiem doświadczenia dołącza niebywałą ochotę i zdolność do pracy. Otóż należy sobie uprzytomnić, że takiej „wazoligatury“ dokonuje na sobie właściwie każdy, kto mocą silnej woli, wspomaganey i kierowanej wyższymi pobudkami, zachowuje czystość cielesną i duchową. U takiego bowiem, jak obserwacje wielokrotnie pokazały, także ustaje produkcja komórek płciowych, a więc tem samem komórki Leydiga wzmacniają się i z większą intensywnością produkują i wlewają do organizmu odżywcze inkrety. To też wiadomo powszechnie, że ludzie żyjący w czystości, jak kapłani i zakonnicy, pomimo nieraz niezmiernie wytężających prac i trudnych, czasami

wprost niekorzystnych warunków bytowania i braków codziennych potrzeb, dochodzą w czerstwym stosunkowo zdrowiu do późnej starości. Ludzie, sądzący zdala i powierzchownie, przypisują to rzekomej beztróscie i regularności zajęć codziennych, tymczasem mylą się w tem nieraz gruntownie. Jak stare doświadczenie życiowe i najnowsze badania powyższe nad hormonami pokazują, głównego powodu trzeba szukać właśnie w tej moralnej autowazoligaturze, w tem stłumieniu produkcji komórek płciowych silną wolą i mężną, chociaż ciężką nieraz walką. Oczywiście analogiczne działanie wywiera także czystość i na organizmy żeńskie. Skutki zbawienne czystości, są więc teraz jak widzimy, naukowo tak teoretycznie jak i doświadczalnie stwierdzone, a ważny to argument także i dla wychowawców, bo jeżeli gdzie, to na pierwszym miejscu w młodym organizmie rozpusta najcięższe czyni spustoszenia, a czystość, ujarzmienie cielesnych popędów, najpiękniejsze, dla całego życia zbawienne wydaje owoce. Dzisiaj też żaden nietylko sumienny, ale jako tako naukowo uświadomiony lekarz nie pchnie nikogo do rozpusty, wiedząc, że najskuteczniejszym środkiem do utrzymania sił organizmu, a więc i uspokojenia rozstrojonego systemu

nerwowego jest właśnie wstrzemięźliwość i to nie tylko ciała, ale i unikanie podrażnień nawet tylko w myśli i pragnieniu.

Zbierając więc to, cośmy powiedzieli, widzimy, że inkrety gruczołów płciowych mają niezmiernie ważny wpływ na ukształtowanie się i czynności wewnętrzne organizmu, gdyż one wytwarzają drugorzędne cechy płciowe, i wobec tego wszystko co do tych cech się zalicza, a więc wzrost i kształt zarówno całego ciała, jak i pojedynczych jego organów, głos, system mięśniowy, tusza, porost włosów, psychika nawet, o ile ona jest w jakikolwiek sposób uwarunkowana czynnikami somatycznymi i fizjologicznymi, wszystko to stoi pod rozkazami i wpływem tych inkretów, gruczołów płciowych, które znowu pozostają w ścisłym związku funkcyjnym z innymi gruczołami inkretowymi, zwłaszcza gruczołem tarczycowym, grasicą i przysadką.

Oto jest krótki, miejscami z konieczności wprost pobieżny tylko, przegląd tych prac i badań przełomowych, jakie w ostatnim lat dziesiątku wykonano nad gruczołami bezprzewodowymi. Wyniki tych prac można słusznie, jak widzimy, nazwać przełomowymi, epokowymi. System nerwowy zdetronizowany, albo

przynajmniej poddany pod silną kuratelę, a zamiast tkanek, nitek i włókien nerwowych, które miały tworzyć samą istotę organizmu żywego, prym i władzę w organizmie oddajemy jakimś tajemniczym płynem, czyli, że wracamy znowu do tych tak dotąd wyśmiewanych „humorów”, którym dawni filozofowie od Arystotelesa i Galena, aż do ośmnastego stulecia tak decydujący wpływ na zdrowie i choroby organizmu, na wszelaką jego niemoc i zdolności i na wszelkiego wogóle rodzaju popędy jakoteż przejawy życiowe przypisywali. Medycyna wyciąga już z tego wnioszek, i jak dawniej leczono sercem tygrysiem, lub zajęczym tłuszczem, tak dzisiaj podają chorym, bądź do spożycia, bądź sposobem chirurgicznym gruczoły bezprzewodowe lub zgoła ekstrakty z nich poczynione, jak to w powyższem sprawozdaniu widzieliśmy niejednokrotnie.

Ze stanowiska czysto fizjologicznego nasuwałoby się tu mnóstwo pytań i pomysłów, jak naprzykład: czy słusznie wyśmiewają się lekarze i fizjolodzy z tej powszechnie przyjętej tradycji, że myśli i wrażenia matki ciężarnej odbić się mogły na ustroju poczętego w łonie dziecka. Ze stanowiska inkretów nie byłoby to takim absurdem, bo przecież wra-

żenia oddziałują na system nerwowy, a ten znowu, jak widzieliśmy na gruczoły bezprzewodowe, które następnie swojemi wydzielniami wpływać mogą na kształty i właściwości nowopowstającego organizmu, tak jak wpływają na samą matkę. Podobnie i wiele tajemnic co do dziedziczenia cech lub skłonności po rodzicach, z którymi łączy dziecko właściwie tylko jedna mikroskopowych rozmiarów komórka, może mieć uzasadnienie bądź w oddziaływaniu hormonów matki na dziecko w jej łonie, bądź nawet w jakichś minimalnych dawkach inkretowych, ukrytych w plazmie lub chromosomach plemnika czy jaja.

Ale to są domysły tylko i przypuszczenia; realniejsze stoją przed nami pytania, postawione na początku artykułu, jak mianowicie wobec tych zupełnie nowych i nieprzewidywanych odkryć, dokonanych w łonie naszego organizmu, zapatrywać się na jedność tego organizmu, czy odkrycia te nie kierują myśli ku atomizmowi materialistycznemu lub przynajmniej monadom Leibniza, to znaczy czy organizm jest zlepkiem części autonomicznych, czy też trzeba go uważać za ścisłą całość, jako jedno bytujące i jako jedno działające, tak, jak to utrzymywał Platon i Ary-

stoteles, a za nimi tylu najgenjalniejszych filozofów. Po przypatrzeniu się uważnem i bezstronnem całej sprawie i argumentom za i przeciw jednej lub drugiej teorji, nie ulega najmniejszej wątpliwości, że nauka ścisła, bezstronna, jak zawsze, tak i w tych wspaniałych najnowszych postępach i odkryciach potwierdziła znowu i tym razem, że genjusz Stagiryty i Tomasza z Akwinu się nie mylił. Zarówno najświeższe rezultaty i badania histologiczne i anatomiczne, jak to wyżej widzieliśmy, jak i cała sprawa inkretów wykazuje, że każdy organizm zwierzęcy i ludzki jest czemś bezwzględnie i najściślej jednym, opanowanym przez jeden jedyny pierwiastek życiowy, swoisty i odrębny dla każdego organizmu, a wszystko, co w tem organizmie się znajduje i co w niem działa, wszystko stoi pod rozkazami tej jednej, nawskróś celowej formy organizmu. — Dowodem tego jaskrawym jest tyle razy wspomniany wyżej związek bądź sympatyczny, bądź antypatyczny, jaki istnieje między gruczołami inkretowemi i ich oddziaływaniem na organizm, jakoteż między temi gruczołami z systemem nerwowym. Sprawa inkretów prócz znaczenia teoretycznego ma jeszcze bardzo doniosłe znaczenie praktyczne. Inkrety przecież mają moc niesamowitą i mogą

dużo. Potrafią one zrobić z człowieka olbrzyma lub karła, silnego fizycznie, albo też niedorozwiniętego, podniecą lub zniszczą porost włosów, dadzą wygląd zewnętrzny zdrowy czy marny, blask i siłę oczu, lub ich zmatowienie, a nawet wdzierają się niejako w dziedzinę ducha i mogą z człowieka uczynić matołkę, lub genjusza, pełnego zapału i inicjatywy bojownika i pracownika ducha, lub zblazowanego, zniechęconego do życia przedwcześnie starca, tracącego pamięć, zgorzkniałego, chciwego niedołęgę. I gdyby człowiekowi udało się opanować i zbadać system inkretowy tak, by mógł jego działalnościami kierować dowoli, wtedy doszedłby on do szczytu doskonałości — lub przewrotności, zależnie od tego, do czego by sił zaklętych w swym organizmie używał. Narazie od tego jesteśmy bardzo a bardzo jeszcze daleko i pewnie nigdy się to nam nie uda całkowicie. Jak wiele właściwości organizmu, tak i zjawiska inkretowe odbywają się w nas bez naszej świadomej wiedzy, i możemy też z nich korzystać, nie wiedząc o ich istnieniu, byleśmy tylko żyli wedle wymagań natury i kierowali się zdrowym rozsądkiem i instynktem, który, co prawda, przez sposób życia przeciwny przyrodzie, po wielkiej części zatraciliśmy.

Jak widzimy, odkrycia zjawisk inkretowych otwarły zarówno przed przyrodnikiem i medykiem, jak i przed filozofem, zupełnie nowe i nieprzeczuwane horyzonty i pozwalają wniknąć znacznie głębiej nietylko w funkcje samego organizmu zwierzęcego, lecz i w tę największą z największych zagadek, którą stanowi sprawa wzajemnego stosunku i oddziaływania duszy na ciało i ciała na duszę. Dotychczas sądziliśmy, że szczytem i końcem zjawisk fizjologicznych i ogniwem bezpośrednim między psyche a ciałem jest system nerwowy, i wszystkie bardziej zawile zjawiska życiowe, a zwłaszcza te, których nie rozumieliśmy istoty, przypisywaliśmy systemowi nerwowemu. Dziś widzimy, że jest w nas coś jeszcze więcej skomplikowanego i głębiej może w istotę życia sięgającego ponad system nerwowy. Mendelizm, witaminy i inkrety — oto trzy etapy i grupy odkryć, które gruntownie wstrząsnęły panującymi dotychczas — teorjami materialistycznymi. Nastąpiło zupełne przewartościowanie poglądów. Gruczoly bezprzewodowe z tworów* wzgardzonych, nazwanych szczątkowemi i uważanych prawie za bez znaczenia dla organizmu, stają nagle na pierwszym jego miejscu, obejmują rolę bodaj czy nie najważniejszą, to też sensacyjnością swoją prze-

wyższą nawet odkrycia Mendla i tak głośne od niedawna witaminy. Czy i jak długo na tem stanowisku się utrzymają i czy spełnią choć w części nadzieje do nich przywiązywane, o tem trudno dziś już coś orzec. Już dziś mają one przeciwników i jeszcze wielu ich się wstydzi, w ukryciu trzyma prace na tem polu dokonywane, chociaż w duszy im sprzyjają. Jakiegokolwiek jednak będą losy teorji, już te fakty, które z jej pomocą dotychczas zdobyliśmy, wskazują, że nikt, kto pragnie bezstronnie przypatrywać się i badać przyrodę, z jakiegokolwiek to czyni strony i dla jakichkolwiek pobudek, nie może pominąć sprawy inkretów i teorji ich lekceważyć.



ATOMY ENERGJI.

Ażeby zapobiec nieporozumieniu, zaraz na początku zaznaczamy, że tytuł powyższy nie stoi w żadnym związku z teorią, która utrzymuje, że matematyka jest tylko pewnym stanem czy skupieniem energii. Mówiąc o atomach energii mamy na myśli owe całkiem nowe pojęcia czy wielkości wprowadzone do fizyki pod nazwą kwantów przez jednego z największych fizyków doby obecnej, Maksymiljana Plancka.

I.

Zarówno zjawiska promieniotwórcze odkryte przy końcu ubiegłego wieku i związane z niemi nowe teorje i wyobrażenia o budowie atomów, jak i teorja względności Einsteina zmieniły gruntownie nasze poglądy na chemję i fizykę, a także i filozofom liczne nastroczają problemy i wątpliwości. Ale zda-

niem fizyków żadna z tych teoryj nie jest tak rewolucyjną i śmiałą, jak właśnie teoria kwantów. Nie mówi się o niej ogółowi, tak jak o tamtych teorjach, może dlatego, że jest ona narzędziem jednym z najsubtelniejszych dzisiejszych fizycznych dociekań i to na polach takich, które dla nie fizyków na pierwszy przynajmniej rzut oka niedosyć są jaskrawe, by wzbudzić zainteresowanie. A dalej może i dlatego, że wprowadza ona poglądy, na które *the man of the street*, czyli zdrowy rozsądek musi się przy pierwszym z nimi zetknięciu jeżeli nie oburzyć, to przynajmniej niepomernie zdumieć. A jednak te kwanta takie znalazły wśród fizyków wzięcie i tak się po wielu działach fizyki rozwieliły, że już dzisiaj fizyki bez kwantów nie można sobie pomyśleć. Jest to tem dziwniejsze, że cała prawie dotychczasowa fizyka opierała się na prawach dynamicznych Newtona i elektromagnetycznych Maxwella, a tymczasem, jak słusznie zauważył fizyk angielski C. G. Darwin, teoria kwantów jest wprost sprzeczna z prawami mechaniki klasycznej, zbudowanej na owych prawach Newtona. A jakby nadmiar niekonsekwencji zapożycza się pojęcia od obu tych dziedzin, to jest od klasycznej mechaniki i od teorii kwantów, miesza się je razem, do-

wolnie kombinuje, choć zasadniczo wzajemnie się one wykluczają.

Powód zaś takiego postępowania w nauce i to w nauce tak ścisłej, za jaką uważać przywykliśmy fizykę, jest dwojaki. Jeden pozytywny, mianowicie, że ta teoria dała w badaniach nad pewnymi grupami zjawisk wyniki bardzo dodatnie i duże, a drugi negatywny, bo bez kwantów w pewnych dziedzinach zjawisk fizyka staje na punkcie martwym i nie potrafi zjawisk tych tłumaczyć. Cztery są głównie takie grupy czy pola zjawisk, do których z pomyslnym skutkiem stosuje się teorię kwantów. Więc najpierw idąc chronologiczne teorie promieniowania energii cieplnej czy świetlnej, wypracowane przez Plancka, który właśnie tutaj wprowadził pierwszy do fizyki pojęcie kwantów, dalej teoria Einsteina, odnosząca się do t. zw. zjawisk fotoelektrycznych, następnie teoria Einsteina, Deby'ego i innych o cieple gatunkowem ciał stałych, wreszcie najważniejsza z nich wszystkich, teoria widm optycznych Bohra. Z grup tych druga i 4-ta obejmuje zjawiska najciekawsze i o ich odniesieniu do kwantów bliżej należy pomówić. Zacząć jednak trzeba od pierwszej, jako tej, która dała bezpośrednio powód Planckowi do postawienia teorii kwantów.

II.

Jak wiadomo, przez eter kosmiczny wypełniający według dzisiejszych teoryj cały wszechświat, przebiegają fale elektromagnetyczne. Ich długość jest bardzo rozmaita; jedne, jak fale, któremi się posługuje telegraf bez drutu, mogą mieć długość wielu kilometrów, inne kilka metrów, nawet centymetrów. Fale ciepłe, to jest te, które dostrzegamy za pomocą zmysłu ciepła lub lepiej przyrządów termometrycznych, mierzy się na centymetry i milimetry, fale t. zw. optyczne, bo działające na nasz zmysł wzroku, wynoszą tysięczne części milimetra. Jeszcze od nich krótsze, przez oko niedostrzegalne, a jednak na tkanki ciała naszego silnie bardzo działające, są promienie pozafioletkowe, a wreszcie najkrótsze dotychczas znane, mierzone na ułamki milionowych części milimetra, znane pod nazwą promieni Roentgena. Wszystkie te fale, których długość i oddziaływanie na nasz organizm jest tak bardzo rozmaite, a o których istnieniu nauka dowiedziała się przeważnie dopiero w latach ostatnich — są jednak w gruncie rzeczy jednym i tem samem, energją elektromagnetyczną, rozchodzącą się w tym samym ośrodku zwanym eterem, a rozchodzącą się

z prędkością dla wszystkich fal jednakową, wynoszącą, biorąc okrągłą cyfrę 300.000 km. na sekundę.

Są one nadto wszystkimi falami dającymi się spolaryzować, bo są tak zwanymi poprzecznymi falami, to znaczy, jak gdyby, biorąc do pomocy obraz mechaniczny, powstawały przez drganie cząstek eteru, poruszających się prostopadle do kierunku rozchodzenia się fali. Fale elektromagnetyczne mają jeszcze i tę wspólną cechę, że przebiegają przez tak zwaną próżnię, to jest przestrzenie, w których niema tego co się w języku potocznym nazywa materją, a źródłem jednak, z którego te fale czyli promieniowania wychodzą, jest właśnie materja.

Znanem jest powszechnie zjawisko, że jeżeli ciało jakieś podgrzewamy, ono przy dojściu do pewnej temperatury zaczyna świecić, z początku światłem czerwonym, potem coraz jaśniejszem, aż wreszcie w temperaturze bardzo wysokiej dojdzie do żaru o jaskrawo białej barwie, jak to widzimy u węglowych elektrod elektrycznej lampy łukowej, lub w metalowych drucikach lampy żarowej. Z tego zjawiska świecenia ciał ciemnych pod wpływem wysokiej temperatury wyłonił się problem niezmiernie ciekawy i jak się poka-

zało dla nauki niesłychanie doniosły, który pozwolił wnikać głęboko w tajniki budowy materji i jej właściwości. Dość powiedzieć, że właśnie ojciec tego problemu, Gustaw Kirchhoff, wypracował na jego podstawie wraz z drugim znakomitym fizykiem Robertem Bunsenem ową zdumiewającą metodę badania, znaną pod nazwą analizy widmowej, która pozwala z całą dokładnością i niesłychaną czułością badać naturę chemiczną ciał, i to nietylko na ziemi, ale i na dalekich, miliony i miliony kilometrów odległych ciałach niebieskich. A problem ten w doniosłości swej prawie nieprzejranej brzmi bardzo prosto: w jaki mianowicie sposób zależy natężenie i długość fali energii promienistej od temperatury ciała, które te promienie wysyła.

Wogóle biorąc, wchodzi tu w grę jeszcze jeden czynnik, mianowicie natura ciała, i na tem właśnie polega przecież analiza widmowa. Ale Kirchhoff pokazał, że istnieje pewna grupa ciał, u których promieniowanie zależy tylko od ich temperatury, a nie zależy zupełnie od ich natury. Są to tak zwane ciała czarne, to jest takie, które zupełnie nie odbijają promieni jakie na nie padają, lecz całą energję promienistą pochłaniają i dopiero wydają ją ze siebie nazewnątrz znowu jako

energję promienistą. Jak jednak i z psychologii doświadczalnej wiadomo, ciał takich bezwzględnie idealnie czarnych w przyrodzie nie ma. Nawet to co się wydaje najczarniejszem, mianowicie powierzchnia pokryta sadzą, jeszcze ma pewną barwę, to znaczy pewne promienie odbija. Otóż jest to znowu zasługą Kirchhoffa, że wykrył on „ciało” prawie idealnie zbliżone do ciała czarnego, wysyłającego ze siebie „czarne promienie”. Pokazał on mianowicie, że najdoskonalszem źródłem czarnego promieniowania jest przestrzeń, naprzykład wewnątrz walca, otoczone jednakową temperaturą. — Wobec tego odkrycia można było postawić i doświadczalnie badać problem powyższy w sposób następujący: jak wielką jest energja, z którą takie ciało czarne czyli ta przestrzeń je zastępująca wydaje promienie o pewnej długości fal przy danej temperaturze. Czyli innymi słowy, jaki jest związek w przypadku ciała bezwzględnie czarnego pomiędzy następującymi wielkościami fizycznymi: energja, temperatura i długość fali, jaką to ciało przy tej temperaturze wysyła.



III.

Rozwiązanie tego w ten sposób już uproszczonego pytania nastroczyło mimo to tak olbrzymie trudności, że zajęło ono przez pół niemal wieku najtęższych fizyków, tak eksperymentatorów jak i teoretyków. Prace Stefana ogłoszone w 1879, Boltzmann (1884), Lumnera i Wiena (1895); Lumnera i Pringsheima (1809) Plancka, lorda Reileigha, zbliżały do jego rozwiązania, ale równocześnie odkrywały coraz to nowe trudności. Wtedy to na kilka lat przed wojną, Planck, jak na prawdziwie wielki umysł przystało, zarzuca swe dawne teorie „przeucza“ się i występuje z zupełnie nowym, zdumiewającym i niezwykłym pomysłem, na całą sprawę nowe też i niezwykle rzucającym światło, mianowicie z kwantami.

Wracając do tej przestrzeni pustej, to jest otworu walca, przedstawiającego ciała bezwzględnie czarne, zauważyć trzeba że ten walec nie jest czarny w ścisłym tego słowa znaczeniu, bo inaczej nie byłby źródłem promieni, które przecież muszą wychodzić z cząstek materialnych. Cząstkami temi są tutaj drgające atomy gazu np. powietrza, wypełniającego walec. Żeby tedy problem promieniowania wychodzącego z tych atomów, wyczerpująco

i ściśle rozwiązać, trzeba by w każdej chwili znać stan każdego atomu i zjawiska w nim się odbywające — a to jest dla nas niedostępne, chociaż zmierzyć możemy całkowitą ilość wypromieniowanej w pewnym czasie energii. Otóż, korzystając z tego odkrycia Kirchhoffa, że natura promieniowania, wychodzącego z ciał czarnych jest niezależna od natury ciała, z którego promieniowanie wychodzi, a więc zależna tylko od jego temperatury, wprowadza Planck w takiej samej ilości jak atomy rzeczywiste, atomy sztuczne, zastępcze, o bardzo prostych własnościach, które zwie oscylatorami, które pochłaniając energię promienistą, wydają ją następnie nazewnątrz, zamiast atomów gazu. I do nich — tu jest właśnie jeden z zasadniczych rysów teorii Plancka — stosuje on, nie jak wogóle czyniono w fizyce dotąd, bezwzględnie ściśle obliczenia, lecz rachunek prawdopodobieństwa. Ponieważ mianowicie chodzi tu o ruchy i działania średnie niezmiernie wielkiej liczby drobnych tworów, które pojedynczo biorąc w danej chwili bardzo rozmaicie się zachowują, ale których ogólne wypadkowe działanie energetyczne jest znane i obliczalne, więc można do nich zbiorowo stosować rachunek prawdopodobieństwa, chociaż każde zjawisko pojedynczo biorąc jest

wynikiem absolutnych, niezmiennych praw przyrody.

Warunkiem koniecznym, by można do jakichś zjawisk stosować rachunek prawdopodobieństwa jest to, by chodziło o wielkości oddzielne, a nie o jakąś masę czy wielkość ciągłą. Tymczasem w naszym wypadku mamy właśnie do czynienia z wielkością, którą dotychczas wyobrażaliśmy sobie koniecznie i zawsze jako ciągłą, mianowicie z tą energją, którą te cząstki drgające ze siebie promieniują. Otóż w tym punkcie wkracza owa przewrotowa idea Plancka. Przyjmuje on mianowicie, że cała energja, jaką zawierają w sobie owe zastępcze oscylatory — a przypominamy że energja ta jest równą energji, zawartej w rzeczywistych drgających atomach — że cała ta energja nie jest czemś ciągłym, lecz jest rozdzielona na małe cząstki, jakby molekuly czy atomy energii, które Planck nazwał kwantami. Kwanta te mają wielkość wprawdzie bardzo małą, ale skończoną, a zależy ona wyłącznie od szybkości drgania danego oscylatora. Kwanta więc oscylatorów wykonywujących tę samą ilość drgań na sekundę, są sobie zupełnie równe. Z takich niezwykłych założeń wynika też wniosek niezwykły. Skoro bowiem cała energja, jaką mają oscylatory,

istnieje w równych niepodzielnych cząstkach, więc wynika z tego, że gdy oscylator otrzymuje z zewnątrz energję, otrzymuje ją nie w sposób ciągły, jak to sobie dotychczas wszyscy wyobrażaliśmy, lecz kwantami, jakby niepodzielnemi ładunkami. I naodwrot, gdy oscylator wydaje z siebie energję nazewnątrz, to ta energja nie wypływa z niego na sposób ciągły, lecz wybuchowo, ładunkami, czyli kwantami. Planck postawił później drugą teorię, złagodzoną nieco, w której czyni pewne ustępstwo zwykłej mechanice, czyli zdrowemu rozsądkowi, przez to, że dopuszcza on możliwość, iż oscylatory wchłaniają energję w sposób ciągły, a tylko ją wydają ze siebie wybuchowo kwantami. Chce on w ten sposób jakby pogodzić swą teorię z dawną mechaniką, ale jak zauważył słusznie Darwin, to mu się nie udaje, powstają większe jeszcze trudności, i niema wątpliwości, że tą drogą do takiego pogodzenia się teorii Plancka ze zwykłą mechaniką nie dojdzie. To też dalsze prace fizyków zajmujące się kwantami, opierają się na pierwszej hipotezie Plancka, wedle której zarówno chłonicie energii promienistej jak i jej wydawanie, odbywa się wybuchowo, w działkach niezmiennych, których wielkość jest pro-

porcjonalna do ilości drgań na sekundę cząstki, z której ta energia promieniuje.

IV.

Jeślibyśmy teraz wyszli na chwilę z pracowni fizyka, odsunęli całki i równania różniczkowe, i spytali się, jak ze stanowiska ogólnej teorii poznania na sprawę kwantów patrzeć się należy, to trzeba przyznać otwarcie, że nasunąć się tu muszą duże wątpliwości i trudności; mimo wszelkich wysiłków wprost niepodobna wyobrazić sobie energii, która z pojęcia swego jest czemś ciągłym, odbieranej, przechowywanej i wyładowującej się z dawkach czy cząstkach niepodzielnych. Zachodzi tu zasadnicza niezgodność z podstawowym i najogólniejszym faktem fizyki i wogóle filozofii przyrody, że wszystkie zjawiska w przyrodzie są ciągłymi funkcjami czasu. Na tej też podstawie stoi fizyk, gdy udowadnia, że ruchy nagłe bezczasowo zmienne są niemożliwe, gdyż do ich wywołania potrzebaby siły nieskończenie wielkiej. I jest rzeczą ze stanowiska historii idei interesującą, że to samo utrzymuje już na cztery wieki przed Newtonem Tomasz z Akwinu, a nadaje tej prawdzie bardzo ciekawą stylizację. Powiada on, że każdy czynnik materialny wywołuje ruchy

w jakimś mniejszym lub większym czasie, ruchy zaś w świecie materialnym bezczasowe t. zn. natychmiastowe, jakbyśmy dziś powiedzieli wybuchowe, wywoływać może tylko czynnik niematerialny. Wobec tego zachodziłaby obawa, że teoria Plancka przechodzi już poza ramę zjawisk fizycznych i komuś skłonemu do pozafizycznych dociekań mogłaby nasunąć ochotę do snucia przypuszczeń na temat niesłychanie zresztą ciekawej zagadki psychiczno-fizycznej, w jaki mianowicie sposób oddziałuje istota niematerialna, jaką jest n. p. dusza ludzka, na zjawiska materialne, a więc połączone z przemianami energetycznymi i czy przytem prawo zachowania energii nie doznaje jakiegoś szwanku lub wstrząśnień. Spirytysta znowu mógłby te kwanta uważać za pociski, któremi wywoływane duchy oddziałują na nasz świat materialny, za łączniki między istotami niematerialnymi a światem grubej materji. Oczywiście ani Planck, ani fizyk żaden takiego kierunku badaniom fizycznym nadać by nie chciał. Na swą obronę przeciw zarzutom sprzeczności przytacza Planck to, że cała ta hipoteza kwantów i wybuchowego wyładowania energii jest tylko wyłącznie tak zwaną hipotezą heurystyczną *working hypothesis*, niemiecka *Arbeitshypothese*,

nie ma ona bynajmniej zamiaru tłumaczyć zjawisk, lecz je tylko odkrywać i badać. A że cel ten spełnia ona doskonale, najlepszym tego dowodem jest ta okoliczność, że znalazła już zastosowanie na wielu jak wspomnieliśmy wyżej polach fizyki, a co więcej, obliczenia wielkości tych kwantów, zaczerpnięte z różnych tych pól zjawisk dają wyniki dokładnie się między sobą zgadzające. Na toby jednak nieustępliwy filozof mógł odpowiedzieć, że każdy twór umysłowy, który zawiera sprzeczność, sam w sobie jest niedorzecznością, i zapomocą niego, jak już Arystoteles na to wskazał, można udowodnić wszystko, co tylko chcemy, ale naprawdę nie udowadnia on niczego.

Zdaje się przeto, że filozofja obiektywistyczna takim pojęciom kwantów jak je tworzy Planck musi wprost odmówić prawa bytu wśród sposobów prawdziwego przyczynowego objaśniania zjawisk. A i to, że ta hipoteza tak się potwierdza na wielu polach i do dużych prowadzi rezultatów, filozofji zachwiać w tem jej stanowisku nie może — takie przykłady bowiem, gdzie pojęcia błędne naprowadzały przypadkowo na odkrycia faktów nieznanych są w historii liczne. Przypatrzmy się naj-

jaskrawszemu, bo wziętemu z najgenjalniejszego fizyka, samego Izaaka Newtona.

Wielki ten umysł, niezadowolony pojęciami perypatetycznej substancji i realnych przypadłości, które rzeczywiście dla fizyka są niedogodne, bo nie dają się mierzyć, wprowadził pojęcia zasadnicze inne, mianowicie jednostajny, bezwzględny czas, bezwzględną, niezależną od materji przestrzeń i niezmienną masę. Na tych pojęciach tak on jak i jego następcy przez dwa wieki wznosili gmach nowej fizyki, mimo ciągłego protestu obiektywistycznych filozofów. Dziś trzeba to sobie jasno powiedzieć i prawdziwie myślący fizycy głośno to mówią, że gmach ten cały runął, a runął nie pod ciosami argumentów filozofów, na które fizycy nie chcieli wogóle zwracać uwagi, a z których wielu wprost szydziło, lecz pod ciosami konsekwencyj, do których doprowadziła sama fizyka ze strony doświadczalnej, przez elektrycy i ich zmienną, bo od szybkości ruchu zależną masę i budowę elektryczną materji, ze strony zaś teoretycznej przez teorię względności Einsteina. Chociaż bowiem twierdzą niektórzy, że teoria ta jest tylko uogólnieniem i jakby dalszym ciągiem fizyki newtonowskiej, to jednak fizycy, wnikający głębiej w stosunek pojęć fizycznych do teorii poznania, oświad-

czają słusznie, że Einstein burzy zupełnie fizykę newtonowską. Nowym takim pociskiem mimowolnie godzącym właśnie zdaniem tych fizyków w same podstawy fizyki newtonowskiej — mimowolnie dlatego, że miała ona pokazać jak tę fizykę da się dostosować do wszystkich zjawisk, jakie nauka w latach ostatnich odkryła, jest kwantum Plancka. Newton uznawał ciągłość w przyrodzie, jednak oparł swe teorie na pojęciach nierealnych, jakimi są pojęcia stałego czasu i bezwzględnej, niezależnej od materji przestrzeni, kwanta planckowskie tymczasem zawierają wprost sprzeczności. Jeżeli zaś fizycy przez czas jakiś za nimi idąc dojdą do odkrycia jakichś nieznanых zjawisk, nikogo to nie powinno dziwić, bo i newtonowska fizyka do nowych odkryć poprowadziła, a często zresztą się zdarza, że ktoś szuka tego, co nie istnieje, a znajduje niespodziewanie rzeczy realne i pożyteczne. Ale bezwarunkowo nie można budować na kwantach jakiegoś nowego światopoglądu, lub fakty odkryte na podstawie teorii kwantów uważać za dowody prawdziwości i realnej słuszności tej teorii.



V.

Wracając z tej filozoficznej wycieczki na powrót do laboratoriów fizycznych, przypatrzmy się jeszcze niektórym ciekawym wynikom badań mających związek z teorią Plancka. Więc przede wszystkim co do samych kwantów, są one jak widzieliśmy energją, która jednorazowo wybucha z promieniującej cząstki materji. Wielkość tej energii jest zależną tylko od ilości drgania tej cząstki na sekundę i od pewnej stałej wielkości, którą nazywają fizycy, na cześć odkrywcy, stałą Plancka.

W ten sposób liczba mierząca energję, zawartą w jednym kwantum, jest równa iloczynowi ilości drgań, które wykonuje na sekundę cząstka wysyłająca energję i liczby mierzącej ową stałą Plancka. Ta stała Plancka którą oznacza się zawsze przez h , jest tą samą dla wszystkich promieniowań w całym wszechświecie rozchodzących się przez eter kosmiczny. Widzimy z tego, że energja wychodząca z jednej cząstki, czyli to kwantum Plancka tem będzie większe, im większą jest liczba drgań cząstki. Najszybsze drgania jakie dziś znamy, znachodzą się jak już widzieliśmy przy promieniach Röntgena; biorąc jako przykład drgań promień taki o długości fali, wynoszący

jedną miliardową część centymetra, to ilość drgań na sekundę wyniesie tu 30 tryljonów ($3 \cdot 10^{19}$). Ponieważ zaś stała Plancka wynosi $6,55 \cdot 10^{-27}$ erg. sek., więc kwantum tego promienia czyli ilość energii, która wybuchowo wydostaje się za każdym razem z drgającej cząstki, wynosi jedną dwumiljardową część erga.

Kirchberg uzmysławia tę wielkość w sposób następujący. Wytnijmy z cienkiego papieru którego 10 kartek ma grubość jednego milimetra, kwadracik o boku dziesiątej części milimetra. Będzie to więc sześcian czyli kostka, której bok wynosi jedną dziesiątą część milimetra, a ważyć będzie jedną tysięczną część miligrama, czyli milionową część grama. Zetrzyjmy teraz tę kostkę papieru tak, by z niej powstało tysiąc równych pyłków. Otóż gdy podniesiemy taki jeden pyłek na wysokość dwu milimetrów, wykonamy pracę równą energii jednego kwantum najkrótszego promienia Röntgena, a więc jednego z największych kwantów. Daleko mniejsze są kwanta energii, jakie otrzymujemy od ciała świecącego. I jest rzeczą ciekawą, że kwanta promieni Röntgena, a więc największe, na zmysł wzroku nie działają, promienie te są dla oka niewidzialne, a oko wrażliwe jest natomiast na da-

leko mniejsze pociski energii, wychodzące z ciał świecących. Gdy patrzymy na niebo wyiskrzone, najbystrzejsze oko dostrzega z trudnością gwiazdy szóstej wielkości, które migotają na niebie jak słabe ledwo widoczne punkciki. Jak obliczono, oko otrzymuje przytem kilkaset kwantów na sekundę i właśnie suma ich działania sprawia w oku wrażenie świetlne. Tak więc promień taki możnaby sobie przedstawić jako strumień pocisków energetycznych, wywoływanych owemi kwantami.

Nic też dziwnego, że takie rozważania doprowadziły kalifornijskiego fizyka Gilberta Lewisa, na postawienie nowej zupełnie teorii, którą roztacza w lodyńskim tygodniku *Nature*. Przypuszcza istnienie nowego rodzaju atomów, niestwarzalnych i niezniszczalnych, które służą jako roznosiciele energii promienistej. Gdy atom taki przyjdzie do atomu materji, ulega absorpcji, pochłonięciu, nie ginie jednak zupełnie, lecz tylko spokojnie wchodzi w skład atomu, oddawszy swój ładunek energii. Gdy zaś nabiera przez chłonięcie nowej energii, zabiera swój ładunek i jedzie z nim dalej. Atomowi temu nadaje Lewis nazwę fotonu, i opatruje go sześciu własnościami, między innymi i tą, zupełnie demokratyczną, że wszystkie fotony są między sobą identycznie

równe. Służą one do roznoszenia wszelkiej energii promienistej, a więc pełnią swe usługi zarówno w falach telegrafu bez drutu, jak i w rurkach roentgenowskich. Oczywiście na razie niewiadomo, czy i w jakich rozmiarach fizyka przyjmie ten twór nowy, który w niej ma zająć miejsce obok elektronów, protonów, neutronów i kwantów.

VI.

Mówiąc o zastosowaniach teorii kwantów, wspomnieliśmy o t. zw. zjawiskach fotoelektrycznych, które tylko zapomocą kwantów można wyjaśnić. Zjawiska te skądinąd tak są ciekawe, że warto choć pokrótce z nimi się zapoznać. Jak wiadomo, wedle przyjętych dziś powszechnie przez fizyków teoryj, potwierdzonych zresztą mnóstwem faktów, budowę atomu wyobrażamy w ten sposób, że składa się on z ciała leżącego wewnątrz, z t. zw. jądra, i z jednego u wodoru, a u innych pierwiastków z większej liczby, zależnej od natury pierwiastka, elektronów, które są tworcami obdarzone mi pewną stałą ilością elektryczności ujemnej. W pewnych warunkach elektron taki może oderwać się od atomu i ulecieć w przestrzeń jako cząstka ujemnej elektryczności i tu moż-

na jego obecność, pomimo tego, że jest dwa tysiące blisko razy mniejszy od atomu wodoru, stwierdzić, czy to przez jego oddziaływanie na płytę fotograficzną, czy też lepiej przez elektrometr. Otóż jeszcze Herz, ów sławny fizyk, który pierwszy stwierdził doświadczalnie istnienie przepowiedzianych przez Maxwella fal elektrycznych, wykazał, że gdy na powierzchnię metalu padają promienie pozafioletkowe, z powierzchni tej wychodzą promienie katodowe. Wówczas jeszcze nie znano wogóle natury promieni katodowych, dziś już wiemy, że są to szybko poruszające się cząstki elektryczności ujemnej, czyli elektrony.

Zjawisko to, zwane fotoelektrycznym, bo w niem prąd elektryczności ujemnej powstaje pod wpływem światła, długo było niewytłumaczalne, nawet gdy już w dwadzieścia lat później poznano naturę promieni katodowych. Nikt nie zdołał zbudować nawet hipotezy, któraby na podstawie dotychczas znanych zasad fizyki pozwalała wytłumaczyć zadowalająco, w jaki sposób pod wpływem owych krótkich fal świetlnych, jakimi są promienie pozafioletkowe, odczepiają się od atomów elektrony. A zagadka była tem większa, że gdy powierzchnię płyty metalowej obrzucano nie światłem pozafioletkowym, ale promieniami Röntgena, których fala jest tysią-

ce razy krótsza od fal pozafioletkowych, zjawisko fotoelektryczne zamiast słabiej, występuje nieporównanie energiczniej. Mamy tu nadto do czynienia ze zjawiskiem odwracalnym. Jak bowiem wiadomo, promienie x, czyli Röntgena, powstają wtedy, gdy elektrony padają na powierzchnię metalu, a tu znowu w zjawiskach fotoelektrycznych widzimy, że gdy promienie x padają na powierzchnię metalu, z metalu wylatują wolne, ujemnie elektrony. I pokazało się przy dalszych badaniach, że prędkość, czyli energia tych elektronów jest różna i zależy nie od natężenia promieni świetlnych, jakby to należało przypuszczać, lecz wyłącznie od długości fali, czyli od częstości drgania. Im mianowicie ta fala światła wzbudzającego wolne elektrony jest krótsza, czyli im drgania są szybsze, tem energia wzbudzanych przez nią elektronów jest większa.

W rozmaity sposób starano sobie te zjawiska fotoelektryczne wytłumaczyć. Jedni przypuszczali, że mamy tu do czynienia z pewnego rodzaju rezonancją, współbrzmieniem elektronów, któreby wprawiały się w ruch pod wpływem fal świetlnych, podobnie jak cząstki odpowiednio nastrojonych strun fortepianu wprawiają się w ruch pod wpływem padających na struny fal akustycznych wzbu-

dzonych w oddali. To jednak nie było prawdopodobnem ze względu na naturę tego zjawiska. Występuje ono zresztą przy tak słabej energii źródła światła, że gdyby zachodziło tu współbrzmienie, musiałyby elektrony całemi latami gromadzić energję, by nabyć takiej prędkości, jaką tu dostrzegamy. Inni znowu gotowi byli przyjąć nawet materialną niejako teorię światła, jakby owe newtonowskie ciała, wybiegające rzekomo z ciał świecących. Wszystkie te jednak usiłowania zmierzające do tego, by zjawiska fotoelektryczne wytłumaczyć na podstawie dawnej, klasycznej mechaniki, były daremne, fizyka stała wobec tych faktów bezradna.

I tak być musiało, bo na dnie tego wszystkiego leży problem beznadziejny: połączenie dwóch idei wzajemnie się pojęciowo wykluczających, mianowicie idei ciągłości i nieciągłości, idei ciągłego pola elektromagnetycznego i powstających pod jego działaniem nieciągłych ładunków energetycznych, jakie niosą ze sobą szybko poruszające się elektrony. Otóż Planck rozciął ten problem za jednym zamachem — bo chyba nie można powiedzieć, że go rozwiązał — swemi kwantami, wobec których całe zjawisko przedstawia się już zupełnie jasno i prosto. Elektrony miano-

wicie chłoną energję promienistą cząstkami oddzielnymi, czyli kwantami i unoszą ją ze sobą kwantami. Stąd też jest rzeczą jasną, że ta ich energja jest zależną od długości fali elektromagnetycznej, bo od tej długości zależy, jak widzieliśmy, wielkość kwantum. Pokazał też Einstein, że suma energii kinetycznej elektronu, uwolnionego w zjawisku fotoelektrycznym, i pracy, jakiej potrzeba zużyć, by elektron taki wyswobodzić z powierzchni metalu, jest dokładnie równą energii zawartej w kwantum, powstającym pod wpływem promienia działającego na tę powierzchnię. Całe więc to tak zawiłe zjawisko fotoelektryczności, nad którego wyjaśnieniem przez lat dwadzieścia przeszło biedzili się fizycy nadaremnie, staje się w świetle teorii kwantów zupełnie proste, przejrzyste i jasne. Tylko samo kwantum bynajmniej nie jest takie. Biorąc tedy rzecz całą ze stanowiska teorii poznania, trzeba stwierdzić, że jednak zagadki zjawisk fotoelektrycznych nie rozwiązano, lecz tylko ubrano w inną postać. Kto jednak sądzi, że przy ocenianiu wartości teoryj fizycznych niema potrzeby zważać na obiektywną noetykę, ten może uważać te zjawiska fotoelektryczne za dostatecznie wyjaśnione i być przekonanym, że teoria kwantów Plancka znajduje przy za-

stosowaniu jej do zjawisk fotoelektrycznych przez Einsteina, świetne potwierdzenie.

VII.

Ze stanowiska też takich fizyków można stwierdzić, że jeszcze jaskrawiej i świetniej pokazał niezmierną dla fizyki użyteczność kwantów Niels Bohr w swej prawdziwie sensacyjnej teorii o powstawaniu widm optycznych. Teoria ta, uzupełniana przez Sommerfelda i innych, wzbudziła w świecie fizyków zapal niezmierny—i słusznie. Dawała bowiem odpowiedź na jedno z najzawilszych w fizyce zagadnień, mianowicie jak należy sobie wyjaśnić, czyli przynajmniej jakim modelem uzmysłwić sobie można ten fakt, że widmo optyczne tak skomplikowane świecącego ciała, zależy właściwie tylko od natury ciała. Zagadka ta dręczyła fizyków od samego początku wykrycia przez Kirchhoffa i Bunsena analizy widmowej, a więc w epoce, w której o wewnętrznej budowie atomu nic jeszcze nie wiedzano. Później, gdy w biegu rozwoju fizyki pod wpływem zjawisk promieniotwórczych i teorii rozkładu atomu J. J. Thomsona, Rutherforda i innych, następnie pod wpływem prac nad analizą zapomocą promieni Alfa Rutherforda i Asto-

na, wniknięto głęboko we wnętrze atomu i rozglądnięto się w niem zapomocą metod nieprawdopodobnie subtelných, ale mimo to całkowicie realnych i pewnych, trudności tłumaczenia sobie powstawania widm optycznych nietylko nie zmały, lecz raczej wzrosły.

W wyniku tych teoryj i prac doświadczalnych przyjąć bowiem trzeba, że w skład atomu pierwiastka wchodzi cząstki elektryczne naładowane ujemnie — są to wspomniane już wyżej elektrony — o masie bardzo małej, bo 1847 razy mniejszej od atomu wodoru, i protony, cząstki elektryczności dodatniej, której masa jest wielkością tego samego rzędu co masa atomu wodoru. Ponieważ elektrony te, gdy pod działaniem sił jakichś oderwą się od atomu, wykazują zaraz z początku prędkość niezmiernie wielką, bo dochodzącą nawet do dwustu kilkudziesięciu tysięcy kilometrów na sekundę, więc przypuszcza wielu fizyków bardzo słusznie, że elektrony posiadają zawrotną prędkość już wewnątrz atomu. Bohr tedy przedstawił następujący obraz czy model atomu. W pośrodku atomu leży jądro, które wogóle biorąc, jest złożone z protonów i elektronów, a jako całość oddziaływa elektrycznie dodatnio. Naokoło jądra zaś krążą elektrony, u wodoru jeden, w atomach innych pierwiast-

ków więcej, odpowiednio do miejsca, które dany pierwiastek zajmuje w periodycznym układzie pierwiastków, tak, że najcięższy ze znanych atomów, atom Uranu, ma tych elektronów zewnętrznych, pozajądrowych 92.

Przedstawia nam więc atom podobny mniej więcej obraz, jak układy ciał niebieskich. W układzie naprzykład planetarnym, do którego należy ziemia, krążą planety koło słońca, w atomie zaś koło jądra krążą elektrony. Układ ciał niebieskich trzyma razem siła grawitacyjna, atom zaś spajają niejako siły elektryczne, występujące między jądrem a elektronami, a oddziaływujące według praw Coulomba.

Do tak pojętego atomu wprowadza Bohr dwa założenia niezmiernie ważne, lecz oba sprzeczne z mechaniką klasyczną, newtonowską. Zauważyć przedewszystkiem trzeba, że elektron taki, obiegający po linii krzywej, naprzykład po kole, porusza się ruchem zmiennym, każdy bowiem ruch po kole, chociażby przedmiot obiegający koło w pojedynczych równych częściach czasu zawsze tę samą przebiegał drogę, uważa się w tej mechanice za ruch zmienny, a to dlatego, że odbywa się on pod wpływem siły ciągłej, mianowicie siły dośrodkowej, która tu jest przyczyną ciągłej zmiany

w kierunku ruchu. Otóż według zasad mechaniki klasycznej, wszelki ruch zmienny musi być połączony ze stratą czyli promieniowaniem nazewnątrz energii, a takie promieniowanie spowodowałoby musiało rozbitcie atomu. Promieniowanie to bowiem odbywałoby się tylko na koszt wewnętrznej energii atomu, przez co zmniejszyłaby się siła dośrodkowa i nie zdołałaby utrzymać elektronu i zmuszać go do krążenia wewnątrz atomu. Tymczasem widzimy, że atomy trwają, nie rozpadają się. Wbrew więc podstawowym zasadom mechaniki dotychczasowej, ruch wirujący elektronu koło jądra nie byłby połączony ze stratą energii czyli jej promieniowaniem nazewnątrz. Innymi słowy, ruch wirujący elektronu naokoło jądra nie może powodować fal elektromagnetycznych w eterze, nie może więc być przyczyną widma optycznego i jego linii. Jakże więc to widmo powstaje?

Celem rozwiązania tej trudności czyni Bohr drugie założenie, mianowicie, że elektron atomu może obiegać jądro po różnych torach czyli liniach; jak długo jednak pozostaje na jednym i tym samym torze, tak długo energii nazewnątrz nie wydaje, nie promieniuje. Dzieje się to dopiero wtedy — to jest drugie założenie Bohra — gdy przechodzi z jednego toru

na inny i wtedy właśnie, przy takiej zmianie toru wydaje on ze siebie wybuchowo owo kwantum planckowskie energii, jedno lub więcej, zależnie od tego na jaki tor przechodzi, przez to wzbudza on falę elektromagnetyczną w eterze, która powoduje następnie odpowiednie linje optycznego widma. Każdy taki tor, po którym krąży elektron, ma swą charakterystyczną stałą energetyczną i do każdego jest niejako przywiązana pewna liczba kwantowa.

Na mocy teorii Bohra można dla każdego pierwiastka obliczyć odległość i rozłożenie tych torów względem jądra atomu. Tak np. pokazało się, że w atomie wodoru, gdzie jest tylko jeden elektron zewnętrzny, odległość najbliższego toru, po jakim ten elektron może się poruszać, wynosi okrągło sześć dziesięciomilijonowych części centymetra.

Wielkość ta więc jest zarazem dolną granicą wielkości atomu, a zgadza się ona dokładnie z pomiarami wielkości atomu, dokonywanymi innemi metodami. Obliczono, że elektron obracający się po tym torze robi 2187 kilometrów na sekundę i obiega jądro 6000 biljonów razy ($6,53 \cdot 10^{15}$) na sekundę. Chociaż jednak odległość elektronu od jądra jest tak małą, jest ona przeszło sto razy stosunkowo większą, niż odległość ziemi od

słońca, biorąc pod uwagę wielkość średnicy słońca i jego odległość od ziemi, a promienia jądra, które wynosi co najwyżej jedną dziesięciobiljonową część (10^{-13}) centymetra i odległość jądra od najbliższego elektronu zewnętrznego.

VIII.

Fizyka dzisiejsza doszedłszy do tak zdumiewających swą subtelnością i różnorodnością odkryć, staje mimo to bezradna i jakby strwożona. Rozwiął się jak marzenie pogodny, jednolity świat newtonowski, świat samych tylko zjawisk ciągłych, a przed oczyma badaczy stanął nowy świat zjawisk różniczkowych, jakby nieciągłych, atomowych czy elektronowych i kwantowych. Stoją naprzeciw siebie, albo raczej obok siebie, jakby dwie fizyki, makrofizyka i mikrofizyka — stoją obok siebie i nad tym samym panują materialnym światem, a jednak dzieli je przepaść, poprzez którą dotychczas nikt logicznego nie zdołał przerzucić mostu. Galileusz, Newton, Maxwell budują swe prawa oparci na obserwacjach przyrody dokonywanych na wielką niejako skalę, całkowo, zbiorowo — najnowsza fizyka wgłębiając się coraz subtelniej w drobnoustrojowe zjawiska, zjawiska, którymi się rządzą

jakby indywidualne składniki świata fizycznego, znalazła się nagle na drugim brzegu przepaści, wśród zjawisk i faktów dla dawnej fizyki zupełnie obcych i niezrozumiałych, nie dających się jej prawami wyjaśnić. Schödinger i niektórzy inni fizycy usiłują zbudować nowy system mechaniki, którą nazywają mechaniką falową, a która chce wyjść ze zjawisk obserwowanych w atomach, a więc najdrobniejszych, poszczególnych, jakby indywidualnych, a nie makroskopicznych, ciągłych, na jakich zbudowano dawną mechanikę. Czy im się to uda, dziś jeszcze nie wiadomo. Mamy tu w każdym razie we fizyce jakby analogon do podobnych trudności, na jakie napotykają socjologowie, moralisci i prawnicy, jest to jakby ów holizm, czy uniwersalizm z jednej strony, a indywidualizm z drugiej.

Problem nowy, dzisiejszy dopiero? Nie, stary jak świat, jak ludzkość. Więc niema dlań rozwiązania? Jest — badanie obiektywne, nieuprzedzone, lecz nie bojące się prawdy. Przyroda — powiedział niedawno angielski filozof Carr, przy sposobności dyskusji nad teorią względności Einsteina — ma tę właściwość, że kto co do niej włoży, to potem w niej w badaniach nad nią znajdzie. Idealistyczne to zdanie może filozof-objektywista sparafr-

zować w ten sposób: Przyroda ma tę właściwość, że co kto do niej gwałtem wciśnie, to mu ona lakonicznie ze swych głębin wyrzuci. Skarby zaś swoje odkrywa tylko przed tymi, którzy do niej przychodzą z nieuprzedzoną miłością i żądzą prawdy.

A prawda ta mówi między innymi i to, że punkty oddzielne filozofów atomistycznych nie dadzą się w żaden sposób pogodzić z faktami, a na dnie przyrody jest zawsze tylko ciągłość. Zgodzić się jednak można ze słowami, które dopiero co z okazji obchodzonego uroczystości w Anglii siedmdziesięciolecia urodzin J. J. Thomsona napisał senior fizyków Sir Oliver Lodge: „choć chętnie możemy przyznać, że każda cecha atomistyczna rozwiąże się ostatecznie w tkwiącą w głębi i bardziej fundamentalną ciągłość, jednak długi jeszcze czas będzie nauka tem się zajmowała, by wchłonąć w siebie i wypracować wnioski każdej nieciągłości, którą się wykryje“.



ENERGJA I MATERJA WE WSZECHŚWIECIE.

Od lat jakich trzydziestu fizyka jest terenem niesłychanie gwałtownych przemian i przewrotów. Odkrycia zdumiewające a epokowe, dają początek i podstawy do coraz nowych teoryj, mających za przedmiot najbardziej zasadnicze pojęcia fizyki. Przypomnijmy sobie tylko, że udowodniono ponad wszelką wątpliwość, że dawny tak zwany atom hipotetyczny, będący rzekomo ostateczną cegiełką materji, nie jest wcale hipotetycznym, ale istnieje naprawdę. Z drugiej zaś strony nie jest on wcale ostateczną, najprostszą i nierozkładalną jednostką, elementem materji, lecz owszem jest złożony z wielu, nieraz z licznych elementów jeszcze prostszych. Elementy te są dwójakiego rodzaju, mianowicie elektron, czyli cząstka elektryczności ujemnej i proton, cząstka elektryczności dodatniej. Chociaż więc pozostają i nadal w nauce atomy pierwiastków

chemicznie od siebie różnych, to jednak pierwiastki te i ich atomy nie są, jak dawniej sądzono, czemś nieśmiertelnem, wiecznem, niezniszczalnem i nie powstającym z innych substancyj, lecz owszem ulegają one rozkładowi i przechodzą jedne w drugie, co o wielu z nich stwierdzono doświadczalnie. Wobec tych odkryć powstaje dziś we fizyce pogląd, że cały świat materjalny, w swych tak niezmiernie różnych własnościach i przejawach, składa się ostatecznie tylko z dwóch niewzruszalnych, o ile narazie przynajmniej się zdaje, elementów, a są nimi dwojakiego rodzaju cząstki elektryczności, wymienione wyżej elektrony i protony, jakby atomy tej powszechnej materji elektrycznej, która jest zasadniczym materiałem budulcowym dla wszystkich materjalnych tworów.

Jak widać z tych kilku uwag, poglądy na materję i jej budowę uległy w latach ostatnich przewrotowym przemianom. W nowszej fizyce już w połowie ubiegłego stulecia stanęły obok pojęcia materji dwa inne jeszcze pojęcia, wysnute z badania zjawisk materjalnych i znajdujące z pewnością rzeczywiste, ontologiczne odpowiedniki w świecie materjalnym. Pojęciami temi to: energja i eter kosmiczny. Trzy te rzeczy: materja, energja i eter są zdaniem

fizyków jeszcze z przed paru lat dziesiątek, najściślej ze sobą splątane i złączone. Materja nie występuje nigdzie bez energii, ta ostatnia natomiast może od materji się odłączyć, jednak tylko w ten sposób, że przeniesie się na inne podłoże, mianowicie na eter kosmiczny, który gromadzi w sobie niezmierne zapasy tej energii i przenosi ją z jednego miejsca wszechświata na inne, z zawrotną szybkością 300 tysięcy kilometrów na sekundę. Eter kosmiczny przenika wszelkie ciała materjalne, a materja nawet zmienia do pewnego stopnia własności eteru, z nią się stykającego, jak to dowodnie widać w zjawiskach fal optycznych, elektrycznych i cieplnych. I ten właśnie tajemniczy wpływ i stosunek wzajemny między materją a eterem, stanowił dla ówczesnych, tak zresztą niedawnych fizyków, najbardziej piekącą i niepokojącą zagadkę, której rozwiązanie byłoby dla nich ideałem i najwyższym celem fizyki. A druga zagadka, niemniej od pierwszej doniosła, to stosunek materji do energii, przy czem zdawało się wielu, że jak rozumieją doskonale, co to jest materja, tak też rozumieją i ogarniają pojęcie energii. Mniemanie to było pod pewnym względem bardzo słuszne, bo nie rozumiano ani wyczerpująco, ani może trafnie ni jednej, ni drugiego. Na ich zaś

usprawiedliwienie trzeba jednak dodać, że ludzkość chyba nigdy materji i energii wyczerpująco nie zrozumie.

Co do energii, to jak wiadomo, pojęcie to dopiero po pracach Mayera, Helmholtza i następnie całego zastępu innych znakomitych fizyków zostało wprowadzone do fizyki powszechnej. Dawniej znano ciepło, znano światło, wiedziano nieco o elektryczności, umiano zaprzęgać do pracy i nakazywać wykonywać użyteczną pracę przedmiotom w ruchu będącym, a więc rękom ludzkim, mięśniom zwierzęcym, wiatrom, wodzie. Ale dopiero po wymienionych wyżej pracach i badaniach z połowy wieku ubiegłego, wprowadzono unifikację w tym monetarnym świecie fizyki i jak się zdawało, udowodniono napewne, że zjawiska zarówno życiowe, jak chemiczne i cieplne, elektryczne, optyczne i mechaniczne, są to tylko formy przejściowe i zmienne jednej i tej samej energii, a kursy giełdowe zamiany są dla wszystkich form energii i we wszelakich warunkach stałe, nie podlegające żadnym wahaniom. Odkrycie to napełniło wielką dumą i wielkim pokojem. Nie spostrzeżono tylko, że celem dokonania takiej unifikacji trzeba było popełnić parę uogólnień i niedomówień,

mogących w umysłach ścisłych i skrupulatnych wzbudzić pewne wątpliwości.

Energję naprzykład określano jako zdolność wykonywania pracy, a więc zdawałoby się, że jest ona identyczną z pojęciem skupienia pewnej siły. Pracę jednak określano jako pokonywanie oporu wzdłuż pewnej drogi — a opór to chyba także siła. Inna wątpliwość to ta, że gdy się słucha i czyta o energji i jej prawach u fizyków, to zdaje się, jakby oni pojmowali raz energję jako coś, co może istnieć samoistnie, lub przynajmniej samodzielnie działać — jak naprzykład gdy się mówi o energji cieplnej, życiowej, chemicznej, elektrycznej — a drugi raz znowu patrzy się na energję tylko jako na „stan“ ciała materialnego lub eteru — naprzykład naelektryzowanie, napięcie sprężyny, temperatura. Filozof, który przyjmuje różnicę rzeczową między substancją a przypadłością, powie, że to, co może istnieć samo, to jest substancja, a co jest stanem czy własnością czegoś innego, jest przypadłością. Stąd też z całą stanowczością ostrzeże, że nigdy i pod żadnym warunkiem nie można substancji utożsamiać z przypadłością i jedną w drugą przemieniać. Ale takie i tego rodzaju wątpliwości dla większej znacz- nie części fizyków zupełnie nie mają niestety

żadnego znaczenia. Bo najpierw ta część fizyków, o której mówimy, nietylko nie uwzględnia żadnych trudności i wątpliwości filozoficznej natury, ale owszem uważa sobie za obowiązek filozofją gardzić, twierdząc, że między fizyką a metafizyką istnieje przepaść, której nic nigdy wypełnić nie zdoła. Nie spostrzegają i nie przeczuwają, że wśród nauk doświadczalnych nie ma nauki bardziej filozoficznej i bardziej metafizycznej, jak właśnie fizyka. Inni znowu fizycy, którzy czują potrzebę wyglądnięcia umysłem poza ciasne ramy praw doświadczalnych i równań matematycznych, nie odwracają się od filozofji, jej wymagań i metod, lecz najczęściej, prócz nielicznych, jak Duhem i niewielu innych, dalecy są od zasad i poglądów tomistycznych. Odkąd ojciec i twórca nowożytnej fizyki, Newton, wypowiedział wojnę filozofji hylomorfistycznej i całą fizykę oparł na takich, zdrowej filozofji urągających pojęciach, jak absolutna, sama przez się istniejąca, a więc jakby substancjalna przestrzeń i absolutny sam przez się istniejący, jednostajny czas, któryby według Newtona istniał nawet wtedy, gdyby nic nie istniało,—cały duch i kierunek myślniej fizyki potoczył się torem zupełnie różnym od kierunku myśli filozofji klasycznej. To jest też przyczyną, dlaczego w fizyce raz

po raz wyłaniają się pojęcia, niby bezpośrednio z doświadczenia płynące, które filozofa i realistę napełniają zdumieniem i nastroczają nieprzeparte trudności, a które coprawda w gruncie rzeczy są tylko zręcznie utkanemi, choć do rozwiązania bardzo uciążliwemi sofizmatami. Sofizmatyczną naturę takich pojęć i twierdzeń wykażą z biegiem czasu sami fizycy, ale cóż, kiedy obalenie jednego daje im często pochop do postawienia w ich miejsce innego jeszcze bardziej zawiętego. Takiego właśnie faktu jesteśmy we fizyce świadkami obecnie.

Jedną z fundamentalnych zasad fizyki newtonowskiej jest, jak wiadomo, bezwzględność masy. Masa danego ciała, według tego poglądu, jest wielkością absolutnie stałą, niezależną od warunków zewnętrznych. Na tej podstawie utożsamiono masę z substancją i powiedziano, że masa to jest substancja ciała. Tymczasem według fizyki tomistycznej, masa jest przypadłością, stąd zmieniać się może, chociaż substancja się nie zmienia, jak to widzimy w sposób oczywisty w substancjach żywych. Tymczasem badania i odkrycia nad elektronami wykazały, że masa elektronu zależy od jego szybkości, i jeżeli naprzykład elektron porusza się z szybkością 260.000 kil.

na sek., to jego masa jest dwa razy większa, niż gdy się porusza z prędkością kilkunastu tysięcy kilometrów na sekundę; a gdyby się poruszał z prędkością światła, to znaczy 300 tysięcy kil. na sek., masa jego stałaby się nieskończenie wielką. Taką samą zależność każdej masy od ruchu przyjmuje z powodów teoretycznych — celem mianowicie wytłumaczenia pewnych doświadczeń Michelsona, Lorentz. — Einstein zaś pogląd ten wcielił do swej teorii, jako jej część organiczną. A więc sami fizycy wyrugowali pojęcie bezwzględnej stałości masy i tem samem usunęli przepaść między fizyką nową a tomistyczną. Istniała ona jednak w rzeczywistości tylko przez niesłuszne określenie stosunku masy do substancji.

Ale właśnie obalenie zasady niezniszczalności masy spowodowało postawienie albo raczej wznowienie dawniej już znanej teorii, mianowicie usunięcie wogóle pojęcia materji, albo raczej zaprzeczenie jej istnienia. Masa bowiem według wielu fizyków, to ilość materji. Jeżeli więc masa nie posiada wartości bezwzględnej, lecz ta sama masa raz może być większa, raz znowu mniejsza, zależnie od stosunków energetycznych, to i materji nie mamy prawa przypisać bezwzględności. Można

więc i trzeba powiedzieć, że materja to tylko energja. I nie będzie takie stanowisko, zdaniem tych fizyków, sprzeczne z doświadczeniem bezpośrednim, bo pod doświadczenie podpada tylko to, co oddziaływa na zmysły, a materji samej nie dosięga nigdy zmysł żaden. Wiadomo przecież, że choćbym z największym wysiłkiem cisnął na stół, to jednak cząstek stołu bezpośrednio nie dotknę, gdyż i przy największem ciśnieniu cząstki czy atomy w skład jego wchodzące nie stykają się bezpośrednio, a gdy ciśnienie zewnętrzne usiłować będzie przysunąć je wzajemnie, to przy pewnem zbliżeniu odpychają się one tak gwałtownie, że niema takiej siły, któraby zdołała cząstki te zmusić do bezpośredniego zetknięcia. Gdy więc zmysłem czucia lub mięśniowym odczuwam opór materji, odczuwam nie materję bezpośrednią, lecz tylko tę siłę odpychającą, która z jej cząstek wychodzi. Podobnie gdy zmysłem temperatury dostrzegam ciepłość, dostrzegam właściwie tylko drgania cząstek; gdy patrzę na ciało, tylko fale eteru wychodzące zeń działają na moje oko, i tak jest ze wszystkimi zmysłami i z wszystkimi możliwymi doświadczeniami.

Takie i tym podobne rozważania, tylko teoretycznie często znacznie zawilsze, napro-

wadziły Einsteina i innych na pomysł, że istnieje tylko energja i że materja jest tylko skupieniem znacznem energii. Pogląd taki, zwany energetyzmem, znany był już w filozofji dawniej, lecz naprzykład u Helmholza występuje on tylko jako przypuszczenie, tu zaś wynosi je Einstein do godności teorii fizycznej, która znajduje ogólne prawie przyjęcie u dzisiejszych fizyków. Według tej teorii, w jej najprostszej postaci, materja powstała przez zagęszczenie energii, stąd też materja rozkładając się wytwarza znowu energję i może tak się rozłożyć, że zupełnie zniknie jako materja, a zostanie tylko energja. Ponieważ zaś wszelka teoria fizyczna opierać się musi na pomiarach i do ścisłych prowadzić miernicznych rezultatów, więc i tutaj fizycy wyrażają się, że można ważyć energję, jak się waży materję i cyfrowo pokazują, ile wywiąże się energii przez rozkład danej ilości materji. Tak naprzykład podaje Rutherford, że jeden centymetr sześcienny emanacji radowej, to jest gazu, powstającego przez rozkład radu, rozkładając się uwalnia ze siebie 2,400.000 kaloryj gramowych, zaś gram radu przez cały ciąg swego życia wyda wraz z produktami swego rozkładu 3,700,000.000 kaloryj gramowych ciepła, czyli około miljarda kilogramometrów.

Lecz rad jest tylko jednym ze znanych tak zwanych ciał promieniotwórczych, to jest takich, u których rozkład atomu odbywa się tak szybko, i stąd tak intensywnie, że go można zapomocą odpowiednich urządzeń dostrzec i ilościowo mierzyć. Stwierdzono, że rad rozkłada się w takim tempie, że połowa tej ilości radu, którą mamy przed sobą, rozłoży się w przeciągu 2.000 lat. Znane są jednak ciała inne, które rozkładają się znacznie wolniej; i tak połowa ilości uranu rozłoży się w przeciągu 5 miliardów lat, zaś toru, w przeciągu 1.300 miliardów lat. Atomy tych ciał promieniotwórczych należy tedy wedle tej teorii uważać za zbiór, zgęszczenie olbrzymich ilości energii, jak to widzieliśmy u radu. Według Rutherforda zaś „mamy wszelakie powody do przypuszczania, że podobna ilość energii znajduje się w atomach pierwiastków zwyczajnych” *). Jak, kiedy i gdzie te ilości energii zagęściły się tak, że utworzyły atomy materji? Jak — o tem, jak wyznaje jeden z najznakomitszych fizyków obecnych †), Larmor, nauka nie wie nic i wiedzieć nie może; kiedy — tu już robią pewne bardzo zresztą ogólne

*) Rutherford: „Radioactive Substances“, Cambridge 1913, str. 656.

†) Nature, London, 14 February 1925, str. 231.

i dalekie od jakichkolwiek pewności wnioski, jak to poniżej zobaczymy; gdzie — oczywiście gdzieś we wszechświecie. I tu myśl uczonych rwie się z konieczności do tych bezmiernych światów, wśród których ziemia nasza jest tylko drobnym pyłkiem, a które oddaleniem i rozmiarami swemi przewyższają wszelkie siły naszej wyobraźni. Świeżo przecież odkryto gdzieś na krańcach naszego świata zawieszoną mgławicę, od której światło biegnie do nas przeszło 900.000 lat, robiąc, jak wiadomo 300.000 kilometrów na sekundę.

Wszechświat był i jest zawsze szczególnie umiłowanym przedmiotem umysłu ludzkiego, który pojęcia swe, utworzone o przyrodzie na podstawie tych zjawisk, jakie wykrył na ziemi, starał się zaraz stosować do wszechświata, zmieniając raz po raz swe o nim wyobrażenia i teorje o jego powstaniu. Toteż nic dziwnego, że i teraz z temi niesłychanemi zdobyczami, jakie dała najnowsza fizyka, kierują swe umysły fizycy ku kosmicznym przestrzeniom, by z jednej strony teorje najnowsze wystawić na próbę problematów kosmicznych, a z drugiej strony, by na podstawie tych pojęć najnowszej fizyki tworzyć nowe teorje i poglądy o wszechświecie, bardziej zadawalniające, niż te, które znamy dotychczas, a któ-

re wobec najnowszych odkryć zupełnie ostać się nie mogą. W dyskusji na ten temat wynikłej biorą żywy udział najwybitniejsi astronomowie i fizycy, jak Eddington, Lamor, W. D. Manillon, Rutherford, J. J. Thomson, Jean, by przytoczyć tylko amerykańskich i angielskich, a choć niema i mowy o tem, by zgodzono się we wszystkim na jedno, lub by dano rozwiązanie ostateczne poruszonych pytań, to jednak sama ta dyskusja tak jest zajmująca i tyle nowych zupełnie otwiera horyzontów, tyle dawnych poglądów ruguje, lub zupełnie z innego ocenia stanowiska, że zapoznanie się z zasadniczymi poruszanymi w niej myślami niezmiernie jest interesujące dla wszystkich lubiących patrzeć nieco dalej poza horyzont swego cienia.

Pierwszą myślą, która w nas powstaje, gdy patrzemy na wszechświat, jest, jak słusznie zauważa amerykański astronom William Duncan Mac Millan, pytanie, co się dzieje z temi niezmiernymi strumieniami energii, które ustawicznie od tyłu eonów lat wylewają się ze słońca i gwiazd. Jeżeli zwrócimy uwagę na samo słońce, tę gwiazdę nam najbliższą, bo tylko o 150 milionów kilometrów, czyli o ośm i pół minuty świetlnej od nas odległą — podczas gdy odległość innej najbliższej gwiaz-

dy stałej wynosi około 3 i pół roku — to, jak wiemy, temperatura jego przewyższa przepaściście wszystko, co pod tym względem mamy na ziemi w warunkach zwykłych. Wszak najwyższa temperatura jaką mamy zwykle do rozporządzenia, to temperatura panująca w łuku lampy elektrycznej i wynosi ona około 3.700 stopni, zaś temperatura panująca w kraterze tegoż łuku przy biegunie dodatnim dosięga, jak oceniają, 4.200 stopni. Tymczasem temperaturę słońca, i to jego wierzchniej warstwy, ocenia się dzisiaj na 5.600 do 10.000 stopni. Oczywiście wewnątrz słońca, gdzie ciepło nie uchodzi łatwo nazewnątrz i gdzie panują niesłychane ciśnienia, temperatura ta jest bez porównania wyższą, niż to przypuszczać można słusznie z świeżo czynionych doświadczeń Lummera, który wytwarzając łuk elektryczny pomiędzy biegunami zanurzonymi w powietrze, poddane ciśnieniu wielu atmosfer, otrzymał temperatury oceniane na przeszło 6.000 stopni.

Kula tak wysoko rozgrzana wysyłać musi przez promieniowanie w przestworza niepojęte wprost ilości energji. Energja ta rozchodzi się kulisto, im więc dalej od słońca, tem jest jej mniej w przestrzeni i to w stosunku odwrotnym do trzeciej potęgi odległości. Ilość

więc energii pochodzącej od słońca, zawartej w jednym kilometrze sześciennym w odległości 15 milionów mil od słońca, jest tysiąc razy większą, niż ilość tejże energii w kilometrze sześć. tuż przy ziemi naszej. Ziemia więc nasza otrzymuje tylko cząstkę małą energii całkowitej, jaką słońce ze siebie wydaje, mianowicie jest to mniej więcej jedna dwumiljardowa jej cząstka. A jednak tą cząstką porusza się i żyje wszystko na ziemi. Jak liczne i bardzo szczegółowe badania i rozważania wykazały, na centymetr kwadratowy powierzchni ziemi naszej, gdyby jej nie otaczała atmosfera powietrzna, padałyby dwie kalorie gramowe na minutę, na całą zaś powierzchnię ziemi pada od słońca tyle ciepła, że możnaby niem poruszać maszynę o sile 250 biljonów koni, albo też stopić niem powłokę lodową naokoło ziemi na 40 metrów grubą. I ta niepojęta ilość energii przychodzi do nas bez drutu, jedynie na falach kosmicznego eteru. Dumni są dzisiaj ludzie z tego, że przy użyciu największych wysiłków umysłu i pracy zdołali dojść do tego, że na odległość kilku tysięcy kilometrów przesyłają słabe, tylko przy pomocy najczulszych przyrządów dostrzegalne ilości energii w postaci fal elektrycznych. Czemże to wszystko

wobec słońca. — Lecz czemuż znowu słońce wobec całego wszechświata?

Pominąwszy to, że słońce nasze należy do mniejszych gwiazd stałych, zwrócić należy uwagę na ilość tych gwiazd stałych. Gwiazdy rozróżnia się w astronomji według wielkości pozornej czyli jasności, która zależy nietylko od wielkości bezwzględnej gwiazdy, ale przede wszystkim od jej odległości.

Na naszym niebie północnem, tj. między biegunem północnym a kołem równoleżnikowym, idącym 35° na południe od równika, jest według E. Heisa 14 gwiazd 1-ej wielkości, 48 gwiazd wielkości 2-ej, 152 trzeciej, 313 czwartej, 854 piątej, 2.010 szóstej, zaś wszystkich gwiazd szóstej wielkości naliczył Chapman i Melotte z obserwatorjum głównego angielskiego w Greenwich 2.026, gwiazd siódmej wielkości 7.095 i t. d.; gwiazd dziesiątej wielkości jest już 172.400, trzynastej wielkości 2,023.000, piętnastej 7,824.000, siedmnastej 25,390.000. Gołym, we szkła nie uzbrojonym okiem dostrzec mogą ci, którzy mają wzrok bardzo bystry, gwiazdy tylko do piątej wielkości włącznie, teleskopami największemi niewiele więcej ponad piętnastą wielkość, powyżej zaś tego są gwiazdy, których istnienie pokazują nam tylko płyty fotograficzne w zestawie-

niu z teleskopami i to dzięki pewnej zasadniczej różnicy między okiem naszym a płytą fotograficzną. Mianowicie siatkówka nasza jest około sto razy czulsza od najczulszej fotograficznej płyty, w pierwszej więc chwili dostrzega przy równych warunkach świetlnych gwiazdy sto razy słabiej świecące, niż te, które dostrzec może płyta. Ale gdy oko w pierwszej chwili gwiazdy jakiej ujrzeć nie zdoła dlatego, że świeci ona za słabo, to jej nie dostrzeże także chociażby nie wiem jak się wyteżęło i godzinami na ten przedmiot patrzyło. Tymczasem na płycie działanie aktyczne się sumuje i stąd na kliszy, która była wystawiona na działanie gwiazd przy pomocy teleskopu przez pół godziny, dostrzeżemy obrazów gwiazd bez porównania więcej, niż na kliszy naświetlanej w tych samych warunkach przez kwadrans, a gdy zapomocą bardzo silnych teleskopów naświetlamy kliszę około 6-iu godzin, wtedy zobaczymy — jak np. to widać na fotografiach nieba, sporządzanych w obserwatorium amerykańskim Lick — na niej miejsca zasiane niesłychanie gęsto punkcikami ledwo dostrzegalnymi z osobna, zlewającemi się razem prawie w jedną masę, ale każdy z tych punkcików to obraz gwiazdy stałej, ciała niebieskiego

potężniejszego może niż nasze słońce, a którego wielkość pozorną oceniają na 24-tą.

Podział ten gwiazd według ich pozornej wielkości, czyli siły świetlnej, jak się nam ona przedstawia, pochodzi jeszcze od Ptolemeusza; dziś, gdy rozporządzamy niezmiernie dokładnymi przyrządami fotometrycznymi, określa się ściślej klasę wielkości, a mianowicie mówimy, że jedna gwiazda jest o jedną wielkość wyższą od drugiej, gdy świeci przeszło dwa i pół razy słabiej od niej (dokładnie 1:2,512). Usiłowano też porównywać siłę światła tarczy słonecznej z innymi ciałami niebieskimi, chociaż to nastrocza ogromne trudności. Z licznych badań doświadczalnych wynika, że tarcza słoneczna świeci 470.980 razy silniej od księżyca w pełni, 622,600.000 silniej od Wenery w jej najjaśniejszej fazie, przeszło 300 milionów silniej niż Jowisz, zaś blisko 6 miliardów silniej od owej tak wspaniale na niebie błyszczącej gwiazdy, zwanej Syrjuszem. Syrjusz natomiast świeci około ośm milionów razy silniej, niż gwiazda 16-tej wielkości. Tak co do światła. Co się zaś tyczy promieniowania ciepłego, to w potocznem życiu już światło księżyca nazwano światłem zimnem, gdyż nie odczuwamy odeń żadnego ciepła. W najnowszych czasach zbudowali jednak fizycy przy-

rządy termometryczne tak czułe, że wykazują one i mierzą ciepło dochodzące do nas od gwiazd jaśniejszych, jak od Arktura, Wagi, i od planet. Przekonano się naprzykład, że ciepło, które otrzymujemy od Jowisza, jest równe temu, jakie wydaje świeca w odległości dziesięciu kilometrów. — Cyfry te świadczą oczywiście tylko o olbrzymich odległościach tych ciał niebieskich od nas, gdyż ich masa i temperatura bezwzględna jest równą, albo często większą od masy i temperatury słońca.

Patrząc choćby na podane wyżej cyfry, odnośnie do ilości gwiazd danej wielkości, widzimy, że im gwiazdy słabiej świecą, tem ich liczba większa. Nasuwa się wobec tego pytanie natrętne, które tyle razy i tak wiele już rozpatrywano pod rozmaitym kątem widzenia, mianowicie czy liczba ich jest skończona, czyli czy wszechświat ten ma granice? Astronomowie podnoszą w odpowiedzi na to pytanie, że gdyby ilość gwiazd była nieskończenie wielką, gdyby nadto te gwiazdy były rozsiane po przestrzeni w sposób nieregularny, a natężenie światła malało w stosunku prostym do kwadratu odległości gwiazdy, to wtedy całe niebo musiałoby świecić i wyglądać tak, jak tarcza słoneczna. Tymczasem firmament przedstawia się nam jako czarna kulista powierz-

chnia, wytkana tylko gęściej lub rzadziej świecącymi punktami. A więc wniosek oczywisty, że liczba gwiazd jest skończona.

Otóż nie — jak to bowiem udowadnia Mac Millan, ilość gwiazd może być mimo to nieskończona. Bo najpierw mogą gwiazdy być porozsypywane według pewnych praw. Możemy sobie naprzykład przedstawić, iż na kulach o promieniu dwa, trzy razy dłuższym, gwiazdy rozmieszczone są w ten sposób, że ilość gwiazd na każdej z tych powierzchni kulistych jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z liczby mierzącej długość promienia tej kuli. Przy takim układzie, jeżeli ilość światła otrzymanego na ziemi z pierwszej kuli przyjmiemy za jednostkę, łatwo można matematycznie pokazać, że ilość światła, otrzymana na ziemi ze wszystkich kul, będzie skończoną, chociaż ilość gwiazd byłaby nieskończoną. Ale jak słusznie zauważył Mac Millan, trudno przypuścić, żeby w ten sposób gwiazdy rzeczywiście były rozmieszczone w przestrzeni; pozostaje więc tylko jedna możliwość, mianowicie, że energja wychodząca z gwiazd, a rozchodząca się w eterze kosmicznym, zostaje gdzieś w jakiś sposób częściowo pochłaniana. I na ten punkt zwracają uwagę najnowsi astronomowie, wyciągając

z niego wnioski co do powstania ciał niebieskich, zasadniczo pod pewnym względem różne od panujących dotychczas teoryj.

O możliwości takiej absorpcji mówi już Olbers, a uzasadniały ją także poniekąd fotografie niebios. Skąd jednak pochodziłyby mogło takie pochłanianie światła w przestworzach, wypełnionych tylko ową doskonałą substancją kosmiczną, zwaną eterem? Chybaby może czynić to mogły jakieś pyłki materji, rozsiane po przestrzeni wszechświata. Otóż oblicza Mac Millan, że gdyby w każdych 560 milach sześciennych przestrzeni znajdował się przeciętnie jeden tylko pyłek tak drobny, że jego średnica wynosiłaby tylko ćwierć milimetra, to istnienie takich pyłków wystarczyłoby na to, by promień światła po przebyciu długości 4,11 parsec*), to to znaczy biegnący 13 i pół lat, doznał osłabienia o jedną setną część. Podaje również tenże astronom, że mimo tak rzadkiego rozmieszczenia pyłki te zebrane razem tylko na przestrzeni 40 sześciennych parseków dałyby bryłę, której masa byłaby $6\frac{3}{4}$ razy większa od masy naszego słońca. Gdyby zaś średnica tych pyłków była 10 razy większą, dałyby masę 68 blisko razy przewyższającą masę naszego słońca.

*) jeden parsec jest równy około 3·3 lat świetlnych.

Jednak nawet obecność takich pyłków w przestrzeni nie tłumaczyłaby faktu, że całe niebo nie świeci jak jedno słońce. Pyłki te bowiem pochłaniając ciepło gwiazd, musiałyby się same rozgrzewać i znowu stawać się źródłem energii świetlnej, świecić jak gwiazdy i przyczyniać się do ogólnego świecenia nieba. A więc obecność ciemnej materji nie tłumaczy zagadki, o której rozwiązanie tu chodzi. Pozostawałoby więc tylko jedno jeszcze przypuszczenie, mianowicie, że energja zostaje pochłonięta w eterze. W jaki sposób? Krótką i treściwą daje na to odpowiedź Mac Millan — przez powstawanie nowych atomów. Jak widzieliśmy, atomy są to zespoły dwojakiego rodzaju cząstek, elektronów i protonów, złączonych i trzymanyh razem jakimiś olbrzymiemi siłami. Atom więc przedstawia zapas niesłychanie wielkiej energii, który pochodzić musi od tych czynników, które go utworzyły. W jaki sposób się to dokonało, o tem nie mamy pojęcia, bo nikomu jeszcze nie udało się w naszych laboratorjach złożyć atomów z elektronów i protonów, chociaż rozbijać je zdołano. Ale fakt jest oczywisty, że atomy istnieją, że się przekształcają, że więc i powstać musiały. Powstały gdzieś we wszechświecie pod wpływem kosmicznych strumieni

energji, jaką wypromieniowują ze siebie ustawicznie gwiazdy samoświejące.

Nie można obecnie nawet najogólniejszych czynić hipotez, w jaki sposób powstawały te atomy pod wpływem energji kosmicznej, można jednak z bardzo wielkiem prawdopodobieństwem przypuszczać, że powstawały. Gdy zaś zaistniały takie atomy w rozmaitych miejscach przestrzeni, zaczęły pod wpływem grawitacji zbliżać się ku sobie, tworząc powoli mgławicę. Mgławica taka zagęszczając się pod wpływem wzajemnego przyciągania się atomów, rozgrzewa się i poczyną świecić. Gdy temperatura tej masy całej i ciśnienie wewnątrz niej panujące dojdzie do pewnego stopnia, wtedy część atomów znowu rozkłada się, oswabadzając znaczne ilości energji, która przyczynia się do coraz dalszego zwiększenia się temperatury, tak, że wreszcie może cała mgławica się rozłożyć, atomy jej się rozpadną i mgławica zniknie. Może jednak się zdarzyć, że więcej atomów nowych się tworzy, niż ich się rozkłada, i wtedy powoli z mgławicy powstaje ciało niebieskie, najpierw gazowe, a następnie przez ostyganie na powierzchni gaz zamienia się w płyn, wreszcie twarownie skorupa i oziębia się, a z gwiazdy świecącej stanie się bryła kosmiczna ciemna i zimna, jak zie-

nia. Bryła taka, zwłaszcza gdy dostanie się między mgławice, przyciąga z przestworów coraz to nowe cząstki. Możliwe to jest jednak tylko do pewnego stopnia, bo gdy masa ciała tego rośnie, wzmagają się też ciśnienie wewnętrzne i następuje gra odwrotna; atomy się rozkładają wśród zjawisk promieniotwórczych, wydając ogromne ilości energii, tak że ciało staje się znowu gwiazdą świecąca, a energia z niej promieniująca może znowu gdzieś w wielowiekowej oddali zapoczątkować powstanie nowych atomów i ciał niebieskich. Ziemia nasza jest obecnie według tych przypuszczeń w okresie powiększenia się i rozgrzewania, obecność bowiem i rozkład znajdujących się na ziemi, ciał promieniotwórczych powodować będzie ciągły wzrost temperatury we wnętrzu ziemi a potem na jej powierzchni. Wszak oblicza Rutherford*), że gdyby rad był tak gęsto rozsiany po całym wnętrzu bryły ziemskiej, jak wewnątrz jej skorupy, ciepło wytwarzające się przez rozkład ciał promieniotwórczych, przewyższałoby około 200 razy tę ilość ciepła, którą ziemia traci przez promieniowanie nazewnątrz. Widzimy tu, jak to wszystko nie zgadza się z teorią Kanta-Laplace'a o powstaniu ziemi i słońca przez

*) L. c. str. 651.

ciągłe ostyganie, i o tem, jakoby ziemia miała zamienić się w bryłę zamrożoną.

Zupełnie inny los przepowiadają jej dzisiejsi astronomowie, podobnie jak i na powstanie naszego systemu słonecznego inaczej się obecnie patrzą. Chamberlin i Moulton swojemi pracami i badaniami starają się ugruntować hipotezę planetarną, wedle której słońce nasze istniało jako gwiazda samoświecząca jeszcze przed systemem naszym planetarnym. W biegu swym pewnej chwili przeszło ono tak blisko koło innej równie potężnej gwiazdy, że ta oderwała od naszego słońca część materji, z której utworzyły się następnie planety i ziemia. Gdyby słońce nasze istniało od miljarda lat — gdzie przez rok rozumie się oczywiście przeciąg czasu równy naszemu rokowi, — to przypuszczenie takie, biorąc pod uwagę odległość słońca od najbliższej znanej dzisiaj gwiazdy, byłoby bardzo mało prawdopodobne. Jeżeli jednak odsuniemy początek istnienia słońca daleko poza ten termin, hipoteza ta nabierze pewnego prawdopodobieństwa.

Obecnie słońce jest w okresie tracenia na masie przez promieniowanie energii, natomiast planety wzrastają. Przez takie wzrastanie zacieśnia się orbita planety, która coraz więcej zbliża się do słońca, zarówno z powodu

zwiększonego przyciągania grawitacyjnego, jak i przez samo przybywanie masy planety, które to przybywanie oddziałują na ruch planety jakby tarcie. Skończyć się to musi spadnięciem wielu planet, a więc i może ziemi na słońce. Potężny Jowisz zachowa jednak swą niezawisłość, a przybrawszy znakomicie na tuszy, zabłyśnie na horyzoncie jako samoświecąca gwiazda. W ten sposób z naszego systemu planetarnego powstanie gwiazda podwójna, słońce i Jowisz, i tak zakończą wszystkie dzisiejsze epokowe i nieepokowe walki, zmagania się i uganiania, jakie się obecnie na ziemi rozgrywają.

A wobec wieczności cały ten biljony i biljony lat trwający proces to tylko jedna chwila, jedna z nieustannych przemian, których było już tyle.

Dlaczego ta cała materja rozsiana po wszechświecie nie spadła już na siebie, przyciągana razem i zgnieciona w jedną bryłę siłą powszechną grawitacyjną? Dlaczego przynajmniej nie mamy ciał niebieskich tak olbrzymich, że przewyższałyby one niezmiernie naprzykład nasze słońce? Skąd owszem to pochodzi, że wielkość gwiazd waha się w granicach stosunkowo bardzo ciasnych? Na te pytania, które dotychczas były ponad wszelkie

jako tako uzasadnione hipotezy, obecne wyżej przytoczone teorie dają niejako odpowiedź. W miarę mianowicie, jak ciało niebieskie przybiera na masie, wzrasta jego temperatura i panujące wewnątrz ciśnienie, a to staje się przyczyną rozgrzania gwiazdy, rozkładu atomów i wypromieniowania energii nazewnątrz, co znowu powoduje powstawanie nowych grup materji gdzieindziej. W ten sposób zdaniem Mac Millana, niebo miało zawsze ten sam mniej więcej wygląd co obecnie, chociaż kształt ugrupowań i pojedyncze gwiazdy uległy zmianie.

Gdyby się przyjęło przypuszczenie Einsteina i innych, że materja to tylko energia, to mogłoby się zdarzyć, jak mówi Larmor, że zniknąłby kiedyś ten cały świat materjalny. Jaki zaś jest początek tego wszechświata, jego materji i energii, nauka dzisiejsza o tem ani mówić ani myśleć nie chce, nazywając ten problem niezbadalnym.

Dumna, w sobie jedynie zaufana nauka dzisiejsza nie chce przestąpić tego progu, gdzie trzeba zgiąć kornie głowę przed mocą wyższą ponad wszelkie potęgi materjalne i energetyczne wszechświata, i gdzie trzeba oddać hołd Temu, który te światy zawiesił w przestrzeniach i ruchy i prawa im nadał i wielkości ich zakreślił. Nie tylko fizyka i astronomja,

lecz każda nauka, skoro tylko nieco się rozszerzy i poza szczegóły śmieiej wzrokiem rzuci, z Nim spotkać się musi. I nigdy umysł ludzki, mimo wszelkich wysiłków, przed tem spotkaniem się nie umknie, jak nie uchroni się od niego żaden z ludzi pojedynczych.

Patrząc na niebo widzimy przed sobą rzeczywistość przeszłości i obraz nieuchronnej przyszłości.





SPIS RZECZY.

	str.
<i>Filozoficzna jedność organizmu wobec naj- nowszych badań biologicznych</i>	<i>1</i>
<i>Atomy energii</i>	<i>118</i>
<i>Energja i materja we wszechświecie</i>	<i>150</i>



SPIS TREŚCI

1. ...
118. ...
120. ...

20
„DOM KSIĄŻKI”

Przedsiębiorstwo Państwowe

P O Z N A Ń

ANTYKWARIAT
KSIĘGARNIA

Pz. Nr

8186

DRUKARNIA PRYWATNA S. Z O. O.
KRAKÓW, UL. PĘDZICHÓW-BOCZNA 5.

<http://rcin.org.pl/ifis>