

PAŃSTWOWE
MUZEUM ZOOLOGICZNE
BIBLIOTEKA

N. K. 1184.

12

Ad simplicem usum
fr. et d. Chodkowski
Pech

BIBLIOTEKA POPULARNA

NAUK PRZYRODZONYCH

WYDZIAŁ NUKLEONOWY

WARSZAWA

V.

BIBLIOTEKA POPULARNA

NAUK PRZYRODZONYCH.

WARSZAWA

Wydawnictwo Naukowe PWN

Warszawa 1954

1954

BIBLIOTEKA POPULARNA NAUK PRZYRODZONYCH.

PODŁUG NIEMIECKIEGO ORYGINAŁU

A. BERNSTEINA.

V.

TAJEMNE SIŁY PRZYRODY. II.

przełożył Stanisław Löwenhard.

WARSZAWA.

Nakładem KAROLA BERNSTEINA, Księgarza
przy ulicy Miodowej Nr. 483.

1858.

<http://rcin.org.pl>

H 375P

BIBLIOTEKA POPULARNA
BIBLIOTEKA
Inw. Nr. K. 1184.

Wolno drukować, z warunkiem złożenia w Komitecie Cenzury, po wydrukowaniu, prawem przepisanej liczby egzemplarzy.

Warszawa d. 14 (26) Czerwca 1858 r.

Cenzor, Radca Dworu, **Stanisławski.**

WARSZAWA
w Drukarni J. Jaworskiego.

TAJEMNE SIŁY PRZYRODY.

I. Różne galwaniczne stosy.

W końcu ostatniego tomiku zastanawiając się nad siłą elektromagnetyczną, mówiliśmy o jej własnościach i głównych zastosowaniach; obecnie przejdziemy do innego rodzaju działalności elektrycznego strumienia, lecz poprzednio powiemy słów parę o jednej rzeczy ważnej, którą wypuszczaliśmy dotąd z uwagi, aby nie zajmować umysłu czytelników naszych zbyt wielu szczegółami naraz, a tém samym przyczynić się do lepszego zrozumienia głównego przedmiotu.

Mówiliśmy więc ciągle o strumieniach elektrycznych, wychodzących ze stosu złożonego z miedzi i cynku, czyli z tak nazwanego stosu Wolty, lecz wistocie przez postęp nauki stos ten dzisiaj zupełnie wyszedł z użycia.

Stos Wolty już przy samém zestawianiu, ma bardzo wiele niedogodności, ale co ważniejsza, w działaniu swoim jest nadzwyczaj niejednostajnym. Wilgotne płatki, które po każdój parze metali następować muszą, przez ciśnienie słupa nad nimi stojącego pozbywają się swój słonej wody, tak, że zbyt prędko schną stając się złemi przewodnikami. Tymczasem woda ściekająca po bokach całej kolumny stanowi dobry przewodnik, skutkiem czego, znaczna część siły ginie darmo. Wreszcie, działanie w porównaniu do kosztów jest zbyt małe i summa elektrycznej siły takiego stosu, niezawsze znajduje się w odpowiednim stosunku do rozlicznych celów, do jakich ma być używaną.

Dla tego téż od dawnego już czasu inne przyrządy weszły w użycie, wygodniejsze, tańsze i dla pewnych celów bardziej odpowiednie, tak iż rzeczywiście do wykonania największej liczby doświadczeń w poprzednim tomiku przytoczonych, stos Wolty jest zupełnie niepraktycznym.

Przyrządy, które dziś zastępują pierwotny stos miedziano-cynkowy są różne, podług rozmaitych celów, do jakich mają być zastosowane, ale wszystkie polegają na jednej i tejże samej zasadzie, że dwa metale lub w ogóle dwa ciała wywiązujące elektryczność przy zetknięciu, wprowadza się

w połączenie za pomocą środka dobrze przewodniczącego. Od obu ciał idą następnie druty, które stykając się końcami zamykają łańcuch, przez co pozwalają krążyć strumieniowi elektrycznemu.

Aby samemu sobie złożyć prosty łańcuch tego rodzaju, dosyć jest kawałek blachy miedzianej z jednej strony i podobny kawałek blachy cynkowej z drugiej strony umieścić w zwyczajnej szklance, tak jednak, aby się nie stykały. Po uskutecznienu tego nalewa się szklankę całkowicie wodą, zawierającą kwas siarczany, a tak prosty aparat jest już źródłem elektrycznego strumienia. Od obu metali muszą iść naturalnie druty, z których idący od cynku będzie biegunem dodatnim, a od miedzi ujemnym. Za zetknięciem obu biegunów powstanie prąd elektryczny, bardzo silny, wykryć się dający za pomocą narzędzia, o którym zaraz powiemy.

Prosty ten i słaby aparat, możemy nadzwyczajnie wzmocnić przez ustawienie przy sobie, wielu podobnych szklanek z równemi kawałkami metali, pamiętając zawsze cynk *jednej* łączyć za pomocą drutu z miedzią *drugiej* szklanki. Tym sposobem powstanie cała bateria, która jeśli jest dość liczną, okaże niezmiernie silne działania.

Szczególny rodzaj tego samego aparatu otrzymamy, gdy długą cienko wywalcowaną blaszkę

cynkową położymy na stole, na niej równie długi kawałek sukna, a na tém znów cienką blaszkę miedzianą, i gdy to wszystko jak jest, owiniemy na otoczonym kawałku drzewa. Bo zanurzwszy taki wałek owinięty cynkiem, suknem i miedzią w naczyniu, zawierającém kwaśną wodę, powstanie stos, przy którym druty od obu metali idące, będą stanowiąc bieguny. Stos taki, a właściwie jedna wielka para metali, z przyczyny swojej wielkości, właśnie jest nadzwyczaj silną i najlepiej służyć może do okazania topliwości drutów metalowych, za pomocą elektrycznego strumienia.

Lecz powyżej opisane przyrządy, nie są jeszcze praktycznymi i zupełnie zdatnymi do użycia, bo zakwaszona woda zbyt prędko działa chemicznie na cynk i takowy rozpuszcza. Stosy więc tego rodzaju z początku wywierają bardzo mocne działanie, ale powoli coraz bardziej tracą siłę ¹⁾ przez co w użyciu są kosztowne i niepewne.

¹⁾ Ale nie od rozpuszczania się cynku. Przyczyna dla której stosy takiej budowy, jak podaje autor, nie działają jednostajnie jest inna; lecz zastanawiać się nad nią nie możemy, bo to i za bardzo by nas od przedmiotu odprowadziło i za wiele zabrało miejsca, gdyż do dobrego jój zrozumienia, potrzeba więcej wiadomości, aniżeli czytelnicy z poprzedniego tomu nabyć mogli. *(Przyp. tłóm.)*

Dla tego téż starano się usilnie o wynalezienie bardziej stałych, to jest mniej zmianom podległych bateryi i pod tym względem wszystkim warunkom zadość czynić się zdaje stos Bunsena, złożony nie z cynku i *miedzi*, lecz z cynku i *węgla*.

Należy bowiem wiedzieć, że cynk nietylko w zetknięciu z miedzią wywołuje rozdział elektrycznego płynu, lecz i w zetknięciu z węglem téj saméj dokonuje sztuki, a nawet w daleko wyższym stopniu. Węgiel o którym tu mówimy, nie jest to ten zwyczajny węgiel drzewny, jaki po wypaleniu w piecach pozostaje. Przygotowuje on się z mialko potłuczonego *koksu* ¹⁾ pomieszanego z proszkiem tłustych węgli kamiennych i zarobionego na masę, którą dopiero po odpowiedniém uformowaniu, wypalają. Węgiel tym sposobem otrzymany, jest zbitym, mało dziurkowatym i przy dobrem postępowaniu bardzo mocnym; nadają mu zwykle kształt walca.

Dla złożenia stosu, bierze się zwykły kufel szklany, wstawia się weń cylinder z węgla, w ten cylinder

¹⁾ Koks jest materyą gębczastą, dość twardą, pozostającą po wypaleniu węgli kamiennych, bez przystępu powietrza. Jako produkt uboczny, odchodzi przy fabrykacyi gazu oświetlającego. (Przp. *tłóm.*)

kubek z wypalanej gliny porcelanowej, a w kubek mały wałeczek cynku; do kufła nalewa się bezwodnego kwasu azotnego (saletrzanego), a do kubka wody zakwaszonej kwasem siarczanym. Druty idące od węgla ¹⁾ i cynku, będą stanowić bieguny stosu, przy połączeniu których powstanie strumień elektryczny stały, to jest żadnym znacznym zmianom nie podległy.

Jeden taki kufel, ze wszystkimi zawartościami zowie się jedną *parą* lub jednym *elementem*. Stos Bunsena z kilkunastu lub kilkadziesiątu par złożony, (przyczém zawsze koks jednej, powinien być połączony z cynkiem drugiej pary, za pomocą drutu), jest wybornym w działaniu i dziś do doświadczeń najczęściiej używanym.

Cheąc przystąpić w obecnym tomiku do rozważania nowego pola działalności elektrycznego strumienia, musimy przedewszystkiém zapoznać jeszcze czytelników naszych, z jedném bardzo ważnym narzędziem. Nie od rzeczy również będzie poprosić, aby czytelnicy zwrócili pilną uwagę na to, co powiemy niżej, bo możemy śmiało zaręczyć, że ba-

¹⁾ Węgiel w stosie Bunsena, nosi nazwę techniczną *koksu* i dla tego stos ten nazywa się inaczej *koksowo-cynkowym*. (Przyp. włóm.)

dania do których się zbliżamy, są najważniejszymi ze wszystkich dokonanych nowszemi czasy, i prowadzą do rzeczy najbardziej obchodzących, bo do poznania nas samych

II. Jak siłę elektrycznego strumienia zmierzyć można?

Zadanie, roztrząsaniem którego zająć się myślimy, wkracza w dziedzinę *elektryczności zwierzęcej*, a narzędzie, o którym wypada nam cokolwiek powiedzieć, służy do mierzenia siły elektrycznego płynu.

W większych massach elektryczność mierzy się podług przybliżonego ocenienia. Maszynę elektryczną oceniają z długości iskier. Należy tylko kilka machin w ruch wprowadzić i do konduktorów zbliżać kolejno zgięty palec, aby natychmiast spostrzedz, że z jednej wyskoczy iskra dopiero w odległości jednego cala, gdy tymczasem z innych już w odległości dwóch trzech, lub więcej cali. Są nawet obecnie maszyny, jak wykonana przez Wintera w szkole politechnicznej wiedeńskiej i przez Van Marum w Harlem, z których iskry na cztery stopy długie wydobyć można.

Galwaniczną elektryczność w większych massach mierzą również ze skutków. Jeden bowiem stos może zaledwie stopić krótkie i cienkie druciki, gdy tymczasem drugi daleko grubsze i dłuższe.

Lecz przy doświadczeniach, o których teraz

mówić będziemy, często bardzo delikatny strumień nie tak łatwo wykryć się dający, odgrywa ważną rolę, i dla tego potrzeba niezmiernie czułego narzędzia aby go zmierzyć, narzędzia, któreby zarazem okazało czy z dodatną lub ujemną elektrycznością mamy do czynienia.

Powiedzieliśmy już, że igła magnesowa podparta we środku na ostrym kolcu, a tém samém na wszystkie strony poruszać się mogąca, zostawiona samej sobie, zawsze przyjmuje położenie stałe i jednym końcem na północ, a drugim na południe się zwraca. Umieściwszy igłę taką w pudełku z pokrywką szklaną, otrzymamy narzędzie powszechnie znane pod nazwą kompasu lub busoli magnesowej. Otóż podobny kompas możemy poruszać jak się nam tylko spodoba, a igła kierunku swego nie zmieni i zawsze okazywać będzie północ i południe. Lecz zupełnie co innego nastąpi, gdy tenże sam kompas zbliżymy do drutu, w którym krąży strumień elektryczny, natenczas igła dozna zboczenia i to rozmaitego, stosownie czy ją nad, czy pod strumieniem umieścimy.

Aby to lepiej zrozumieć, wystawmy sobie że drut przez który przepuszczono prąd galwaniczny, ma kierunek igły magnesowej, czyli idzie z północy na południe, wtedy igła magnesowa *nad* nim umie-

szczona, zboczy i to w ten sposób, że biegun jej północny będzie wskazywał wschód; gdy igłę umieścimy *pod* drutem, zboczenie również nastąpi, ale teraz biegun północny skieruje się na zachód.

Przyczyna tego zjawiska, nie jest zupełnie jasną, jak w ogóle cała elektryczność i magnetyzm, które zawsze jeszcze są dla nas najbardziej tajemniczymi siłami przyrody. I dla tego też, nie będziemy przytaczać teorii, którými starano się ją objaśnić, chociaż one dla myślącego człowieka są niesłychanie ciekawymi; poprzestaniem tylko na fakcie, że tak jest, tém bardziej, że już z samego faktu wypłynęły dość wspaniałe i ważne rezultaty.

Zboczenie więc igły magnesowój, samo przez się jest już niezłą oznaką, czy w drucie jakim strumień istnieje, czy nie, i dla tego też, ci co potrzebują elektryczności w celach technicznych, np. trzniący się pozłacaniem i posrebrzaniem galwanicznóm, używają tego prostego sposobu, aby zobaczyć czy aparat jest w czynności, gdyż gołem okiem dostrzedz tego nie mogą, z przyczyny stałego strumienia, jakiego ich przemysł wymaga.

Lecz do ścisłych naukowych badań, potrzeba znacznie delikatniejszego narzędzia. Takowe starano się przygotować przez umieszczenie zwykłego kompasu, który jednak musi być bardzo starannie

odrobionym, we środku pierścienia z mosiężnego drutu. Pierścień ten stojący pionowo na podpórce, ustawia się w ten sposób, aby wygięcia były obrócone na północ i południe, to jest aby płaszczyzna pierścienia, z płaszczyzną igły magnesowej w zwykłym położeniu, miały jeden i tenże sam kierunek. Przepuściwszy teraz przez pierścień prąd elektryczny, czyli połączywszy końce drutu pierścień stanowiącego, z biegunami galwanicznego stosu, w igle nastąpi szczególna tajemnicza walka. Magnetyzm ziemi działa ciągle, i działaniem tém stara się igłę utrzymać na linii północno-południowej, tymczasem strumień pierścienia nadaje jęj kierunek od wschodu na zachód. Igła więc zboczy podług siły elektrycznego prądu mniej albo więcej, i ustawi się poprzecznie, pomiędzy północo-wschodem a południo-zachodem. Z większego zatém lub mniejszego zboczenia, można wnosić o sile samego prądu.

Daleko czulszém i delikatniejszém będzie narzędzie, gdy samo pudełko zawierające igłę, skręcimy wielokrotnie drutem owiniętym jedwabiem. Strumień przechodząc przez tyle skrętów, działa daleko silniej na igłę i sprowadza zboczenie, chociaż sam jest nadzwyczajnie słabym. Przytém zachodzi tu pewna szczególność, o której tylko mimochodem wspomniemy, to jest że zboczenia igły, można na-

tychmiast poznać z jaką elektrycznością mamy do czynienia, z dodatną czy ujemną, ponieważ w jednym razie igła odejdzie na prawo, a w drugim na lewo, od linii północno-południowej.

Staraniem Du-Bois-Reymonda profesora berlińskiego uniwersytetu, znakomitego badacza elektryczności zwierzęcej, narzędzie powyższe doprowadzonym zostało do niesłychanej delikatności, i ono właśnie posłużyło do wspaniałych odkryć, o których obecnie mówić zamierzamy.

III. Elektryczność zwierzęca.

Chcąc łatwym sposobem zapoznać się z tém co elektrycznością zwierzęcą zowią, nieźle będzie rzucić okiem na historję tego odkrycia.

Dziwną właśnie jest rzeczą, że pierwsze pokuszenie na tém polu, uczynione już w roku 1786 rozszerzyło w nauce ciemne pojęcie, na które początkowo zwrócono nadzwyczajną uwagę, ale wkrótce okrzyknięto za zupełnie błędne i przez długi szereg lat zostawiono w zapomnieniu. Najnowsze dopiero czasy, powołały pierwotne spostrzeżenie znowuż do życia, okazały jego sprawiedliwość i oparłszy się na niem, wydały bardzo wiele wybornych i ważnych badań.

Rzecz miała się w ten sposób:

Początkowo znano tylko elektryczność tarcia, o której mówiliśmy już czytelnikom naszym. W roku 1786 *Ludwik Galvani* professor w Bolonii spostrzegł, że tylne nogi żaby odarte ze skóry i tak obcięte, że tylko na dwóch nitkach nerwowych wisiały przy kolumnie pacierzowej, zaczynały drgać, ilekroć dotknął mięśniów drutem miedzianym, podczas gdy nerwy zostawały w styczności z żelazem, do którego ów drut miedziany był przymocowany.

Aby jasno pojąć to zasadnicze doświadczenie, wystawmy sobie że kawałek żelaza lub cynku, przylutowano do kawałka miedzi, i że z tego powstała sztabka; otóż skoro dotkniemy równocześnie jednym końcem tej sztabki, czyli jednym metalem nerwu a drugim mięskui, to noga żaby zadrga, jakby w niej jeszcze było życie.

I rzeczywiście sądził Galvani, że to drganie jest pewnym rodzajem oznak życia; wymyślił on teorię, podług której, w nerwach istnieje szczególna siła, czyli płyn życia, wywołujący ruchy mięśniów do których nerwy prowadzą. Ten płyn żywotny, miał jeszcze na krótki czas po śmierci nie ginąć i za podrażnieniem znowuż siłę odzyskiwać, a drażnienie powstawało właśnie przez zetknięcie z metalem, który tu działa jako przewodnik.

Jak po wszystkie czasy dzieje się z najważniej-

szémi odkryciami, że ich prawdę i znaczenie natchmiast przesadzają, i przesadzone uważając za rzecz główną, spodziewają się Bóg wie czego, — tak też poszło i tutaj. Myśl, że wielka tajemnica życia leży w soku czy płynie żywotnym, że ten płyn może być pobudzony do czynności nawet w trupach, myśl podobna musiała wzbudzić najwyższą uwagę, a im bardziej uwagę natężano, tém bardziej odstępowano od prawdy.

A gdy się istotnie udało, ciało powieszono zbrodniarza, za pomocą drażnienia galwanicznego, (w ten sposób nazywano nowe odkrycie od nazwiska wynalazcy) przywieść do drgań i ruchów podobnych jakie występują za życia, natenczas młodzieńcza wyobraźnia miała sobie otwarte wrota i przez cały świat uczony przebiegła myśl, iż za pomocą galwanizmu, można nawet śmierć przeżyć.

Sam Galvani utrzymywał tylko, że nerw i mięsny łączy, naładowane są płynem życia, jak butelka lejdejska (o której mówiliśmy) elektrycznością. Sądził on, że przez doknięcie metalami następowało wyładowanie, że więc metal działa tylko jako przewodnik. Lecz chciwi cudów współcześni, przesadzili to proste pojęcie profesora i chcieli wyjaśnić wszystkie tajemnice życia, za pomocą téj,

którą galwanizmem nazwali. I rzeczywiście widzieli to, co widzieć mieli ochotę.

Natenczas wystąpił bystry badacz, który całej rzeczy zupełnie nowy płodniejszy nadał kierunek. Dowiódł on, że to co Galvani uważał za tajemną siłę w nerwach i mięśniach istniejącą, wcale się tam nie znajduje, ale wychodzi z metali, z miejsca zetknięcia. Badaczem tym był *Volta*, o którego nazwisku i wielkich zasługach już kilkakrotnie nadmieniliśmy. Według jego teorii, metale użyte do doświadczenia przez Galvani'ego nie były prostymi przewodnikami, pewnej siły w żabie istniejącej, lecz one w miejscu zetknięcia wzbudzały elektryczność. *Volta* więc pobudzony badaniami Galvaniego, odkrył coś całkiem nowego, mianowicie elektryczność zetknięcia, której ważność była nieskończenie wielką, a skutki dziś jeszcze zaledwie przewidzieć się dają.

Lecz dziwnym sposobem, po odkryciach Galvani'ego, upłynął znaczny szereg lat, gdzie o nim zupełnie zapomniano. Wprawdzie co widział i okazał *Volta*, było nowém i wielkiém, lecz co spostrzegł Galvani nie było przecież zupełnie fałszywém, pomimo że to za szarlataneryą okrzyknięto.

Długi czas odkrycia *Volty*, zwracały na siebie wyłącznie baczność uczonych, ostatniemi dopiero

łaty, okazano że Galvani niezupełnie się w pojmo-
waniu omylił, że elektryczność zwierzęca rzeczy-
wiście istnieje nie w metalach, lecz w mięśniach
i nerwach, i o niej to właśnie chcemy obecnie
mówić.

IV. Różnica między metaliczną a zwierzęcą elektrycznością.

Jakieśmy więc powiedzieli, odkrycia Wolty za-
jęły całą uwagę uczonych, tak że o Galvanim rze-
czywiście zapomniano.

Dzisiaj jednak, kiedy nadzwyczaj staranne bada-
nia Du-Bois-Reymonda, powróciły wagę pier-
wszym spostrzeżeniom i utworzyły z nich osobną
niesłychanie ważną gałąź nauki, bardzo wiele na
tém zależy, aby ściśle odróżniać naukę Wolty od
Galvani'ego.

Galvani przez dalsze prace, doszedł do wniosku
że istotnie strumień elektryczny z nerwów i mi-
ęśniów wydobyty być może. Okazał on doświad-
czeniem, że skoro nerw tylny uda żaby, dotknie
mięśnia tegoż uda, mięsień zadrga. Metale
których początkowo używał, uznał później za zby-
teczne, bo też rzeczywiście są zbytecznymi. Lecz
Volta, który w stykających się metalach widział
główną przyczynę i z nich wielkie odkrycie elek-

tryczności zetknięcia wyprowadził, zdawał się nie spostrzegać ostatnich prac Galvani'ego i każde zadrganie czyli ściągnięcie się mięskuła, przypisywał strumieniowi elektrycznemu, powstającemu przez zetknięcie metali.

Gdy w dalszym ciągu mówić będziemy o elektryczności zwierzęcej i o drganiach, jakie elektryczność w mięskułach wywołuje, to należy bardzo dobrze uważać i odróżniać, gdzie odkrycia Wolty a gdzie Galvani'ego mamy na myśli. Różnica między niemi następująca:

Wspominaliśmy już poprzednio, że za równoczesnym dotknięciem obu biegunów stosu Wolty, da się uczuć wstrząśnienie czyli zadrganie mięskułów. Podczas trzymania biegunów nie uczujem nic zgoła, bo wtedy strumień krążyć będzie po naszym ciele, niczem nie zdradzając się na zewnątrz i dopiero gdy jeden biegun puścimy, czyli znowuż łańcuch elektryczny otworzymy, poczujem drugie uderzenie.

To zjawisko jest odkryciem Wolty, lecz ono z jakimś elektrycznym stanem naszych mięskułów i nerwów niema najmniejszego związku. Jest to tylko działanie *na* nasze mięskuły i nerwy, które spostrzegamy, ale bynajmniej nie elektryczny objaw mięskułów i nerwów samych. Przyczyna tu leży w me-

talach i ich zetknięciu i dla tego téż to doświadczenie i te drgania, nazwiemy działaniem *metalicznego galwanizmu*.

Lecz zobaczymy później, iż Galvani miał zupełną słuszną utrzymując, że do sprowadzenia drgań zabiegu uda, wcale nie potrzeba metali, że istnieje pewien elektryczny stan nerwu i mięśnia, który się pod pewnymi warunkami objawia. Że zaś to nie ulega już żadnej wątpliwości, przeto obecnie otworzyło się zupełnie nowe pole dla badań, mających na celu nie galwanizm metalicznie wzbudzony i jego działania *na* mięśnie i nerwy, lecz prawdziwą elektryczność, która *w* nerwie i mięśniu wywołaną być może, czyli rzeczywisty galwanizm *zwierzęcy*.

Na tę różnicę pomiędzy *metalicznym galwanizmem* i jego fizjologiczną czynnością, a istotnym *zwierzęcym* i jego prawdopodobnie życiowymi objawami, kładziemy tak silny przycisk dla tego, że mieszanie tych dwóch tak różnych rzeczy, wyrodzi chaos w głowach niewyrobionych i zrozumienie nadzwyczajnie utrudni.

Jak powiedziano, właściwe badanie elektryczności zwierzęcej długo nie miało miejsca. Wprawdzie Aleksander Humboldt znalazł uzasadnione twierdzenia Galvaniego i gdyby był dalej na tej drodze

postępował, niezawodnie wiedza nasza posunęłaby się o krok naprzód. Lecz zdumiewające postępy odkryć Wolty, przyćmiły zupełnie elektryczność zwierzęcą i przypadek dopiero wprowadził znowu na opuszczoną już drogę.

Uczony włoski Nobili, właśnie przy doświadczeniach z opisanem już przez nas narzędziem do mierzenia elektryczności, zdziwiony został zjawiskiem, iż noga żaby istotnie bez metalicznej elektryczności drgać zaczyna, gdy pomiędzy nerwem a muskulem urządzimy przewodnictwo. Po nim, drugi uczony Matteucci również Włoch, pracował na tém polu i rozszerzył je bardzo swemi znakomitemi badaniami. Lecz Matteucci zamącił niemaló główne zadanie na prędce postawionemi prawami i przypuszczeniami, tak że ta gałąź nauki, którą może nie bez przyczyny jedną z najciekawszych i najbardziej nauczających naszego stulecia nazwać można, nie byłaby powstała, gdyby Du Bois-Reymond genialny i ścisły spostrzegacz nie podjął całej pracy na nowo, i swemi szczęśliwemi odkryciami nie położył jój fundamentalnych zasad, węgielnego kamienia.

V. Doświadczenia Du Bois-Reymonda.

Ze wszystkiego cośmy powyżej mówili, czytelnicy wnosić mogą, że badania nad elektrycznością zwie-

rzęca wykonywają się głównie na nogach żaby, nie z téj przyczyny jednak, żeby natura miała obdarzyć żabią nogę własnościami, których inne zwierzęta lub człowiek nie posiadają, lecz dla tego, że żaba pod dwoma względami szczególnie do takich badań się zaleca. Naprzód, jestto zwierzę o krwi zimnej i z tego powodu nie tak łatwo obumiera jak ciepłokrwiste. Zabita żaba godzinami jeszcze objawia ruchy podobne jak za życia. Serce z niej wykrojone, bardzo długo ściąga się i rozszerza naprzemian jak w stanie normalnego zdrowia. Żaba więc ma życie twarde jak powiadają nasze gospodynie, które też same zjawiska uważają często na innych zwierzętach o krwi zimnej *np.* na węgorzu lub szczupaku; i ztąd też na ciele żaby doświadczenia wybornie się udają. Potem dowiedzionem jest faktem, że im natura organ jaki większą obdarzyła siłą, tem lepiej występują na nim elektryczne zjawiska. Noga żaby ukształconą jest do skoku, a skok ten wcale nie mały, stosunkowo do wielkości ciała tego stworzenia. Przeskakuje ono odległości dwadzieścia razy większe od siebie. W nodze więc żaby złożona jest znakomita siła ruchu i z téj właśnie przyczyny, noga ta do badań nad elektrycznością jest wyborną.

Wistocie zatem, żaba ma pewną wyższość przed

innemi zwierzętami, lecz co się powie o jój muskułach, toż samo stosuje się do wszystkich muskułów każdego innego zwierzęcia, a tem samem i człowieka.

Du Bois-Reymond bowiem, wykonywał badania nietylko na żabie, ale i na wielu innych zwierzętach, oraz na świeżych muskułach człowieka, któremu nogę obcięto, i wypadki okazały się wszędzie też same, chociaż działanie przy ostatnich było daleko słabszem, aniżeli przy żabie.

Ponieważ jednak z wypadków tych wypływa, że czynność nerwów w ciele żyjącem, ma nadzwyczaj wielkie podobieństwo do przewodniczenia elektryczności; ponieważ dalej wszystkie nerwy wychodzą z mózgu lub z jego przedłużenia mlecza pancerzowego, albo też w bardzo ścisłym zostają z nim związku; ponieważ sam mózg składa się z dwóch odmiennych mass z białej i szarej substancyi, które arcy-prawdopodobnie zachowują się do siebie jak dwa metale wywiązujące przy zetknięciu elektryczność; ponieważ wreszcie, wszystkie funkcyje żywotne mają swe siedlisko w mózgu stworzenia, przeto ta nowa gałąź nauki prowadzi do głębszego aniżeli dotąd poglądu na wewnętrzną naturę czynności żywotnych, i otwiera

drogę do zbadania największej ze wszystkich tajemnic natury, do zbadania samego życia.

I dla tego też mamy nadzieję, iż czytelnicy wybaczą nam to może przydługie przygotowanie, któreśmy uczynili przed przystąpieniem do samego zadania i nie będą się gniewać, gdy ich o zwrócenie szczególnej uwagi na tenże temat poprosimy.

Przechodząc obecnie na drogę wybornych prac Du Bois-Reymonda, musimy przedewszystkiem podziękować mu za doskonałe i jasne prawa, jakie wyprowadził na działania metalicznego galwanizmu na mięśnie i nerwy.

Oddawna wiadano, że dotknąwszy równocześnie obu biegunów stosu, czyli ciałem ludzkim zamykając łańcuch galwaniczny, uczuwamy w chwili zamknięcia uderzenie elektryczne. Niezrażając się tem i utrzymując łańcuch zamkniętym, nie uczujemy nic dalej, bo strumień nie postrzeżenie będzie krążył po ciele. Za przerwaniem dopiero łańcucha, to jest za wypuszczeniem bieguna lub oddaleniem drutu od stosu, nastąpi drugie uderzenie.

Lecz Du Bois-Reymond dopiero zajął się pilnie zbadaniem tego zjawiska i objaśnił je ściśle obmyślanem prawem. Nie otwieranie i zamykanie łań-

cucha jak dotychczas mniemano, sprawia poczucie działania, lecz każda zmiana strumienia, każde wzmocnienie lub osłabienie tegoż. Jednostajny tylko strumień nie działa na nerwy czucia, ale najmniejsza różnica siły, daje się zaraz w odpowiedni sposób czuciem ocenić.

Na tem opiera się również drugie przez Du Bois-Reymonda wykryte prawo, że im *prędzej* następuje zmiana tym silniej ją uczuwamy, chociaż ilość elektryczności może być bardzo mała. Silne uderzenie jakie następuje przy wyładowywaniu lejdej-skiej butelki, mało elektryczności zawierającej, znajduje tu wyjaśnienie. Pochodzi bowiem od *prędkości* z jaką się wyładowanie odbywa.

VI. Rozmaite działanie wstępującego i zstępującego strumienia.

Same drgania jakie następują przy każdorazowym otwieraniu i zamykaniu galwanicznego łańcucha, naprowadziły Du Bois-Reymonda na stałe naturalne prawo.

Drgania te okazują się najwyraźniej na nogach żaby, połączonych jeszcze z kawałkiem kolumny kręgowej za pomocą dwóch nitek nerwowych. Nogi zawieszają w ten sposób, że każda nurza się w osobnem naczyniu, zawierajacem słoną wodę.

Włożywszy do obu naczyń dwa bieguny galwanicznego stosu, uda zadrzając tak przy wyjęciu bieguna, jako też zanurzeniu czyli zarówno przy otwarciu i zamknięciu łańcucha.

Lecz właśnie pokazało się, że istnieje pewna różnica pomiędzy temi drganiami, że raz drgania przy otwarciu, drugi raz przy zamknięciu łańcucha są silniejsze. Du Bois-Reymond badał gruntownie i to zjawisko, przyczem znalazł następujące prawo.

Wszystkie nerwy wychodzą, jak wiemy z mózgu lub jego przedłużenia mlecza pacierzowego i jak sznurki przebiegają po ciele, dopóki nie wejdą w jaki pojedynczy mięsień, i nie rozszerzą się po wszystkich częściach tegoż, w postaci najdelikatniejszych nitczek. Doświadczenia okazały, że początkiem ich jest mózg, a część rozszerzająca się w mięsień przebieg tylko oznacza, bo jeżeli nerw jaki przetniemy, to połowa pozostająca w związku z mózgiem będzie jeszcze czynną, podczas gdy druga z mięśniem zrosnięta natychmiast działać przestaje. Można więc powiedzieć, że nerwy zstępują od mózgu do mięśni i dla tego ten kierunek zstępujący nazwiemy kierunkiem od początku do rozgałęzienia.

Wychodząc z tego znanego punktu zapatrywa-

nia spostrzegł Du Bois, iż istnieje pewna różnica w drganiach, podług sposobu w jaki strumień elektryczny przez żabią nogę przepuścimy.

Przepuściwszy go w kierunku *zstępującym*, czyli w kierunku od początku do rozgałęzienia, zadrganie przy zamknięciu łańcucha okaże się silniejszym, puszczając zaś strumienie w kierunku *wstępującym*, przeciwnie silniejszym będzie zadrganie przy otwarciu.

Przy wspomnionem wyżej doświadczeniu z dwiema nogami żaby, strumień elektryczny wzbudza się w osobnym galwanicznym aparacie, ztąd przechodzi do bieguna umieszczonego w słonej wodzie, a następnie do nogi. Po téj nodze a dalej po nerwie wstępuje do góry aż do mlecza pacierzowego, skąd idzie do nerwu drugiej nogi, po której zstępuje na dół do słonej wody, tam wchodzi do drugiego bieguna i znowuż do aparatu powraca. Tu więc strumień jest *wstępującym* i *zstępującym*, mamy go od razu w obu kierunkach, w jednej nodze w kierunku od mięśni ku mózgowi, w drugiej przeciwnie w kierunku od mózgu ku mięśniom i dla tego raz przy jednej, raz przy drugiej nodze ujrzymy silniejsze zadrganie, stosownie czy uwarzać będziemy drgania przy zamknięciu, czy też przy otwarciu łańcucha.

Tak, Du Bois-Reymond okazał, że należy pewien czas poczekać, aż preparat utraci nieco ze swęj czułości a nadejdzie chwila, w której jedna noga zadrga tylko przy zamknięciu, a druga tylko przy otwarciu łańcucha, przez co prawo przez niego utwierdzone bardzo łatwo sprawdzić można.

Prawo to, służy wybornie do oznaczenia biegu elektrycznego strumienia, bo gdy go przepuścimy przez żabią nogę, a ona tylko przy *zamknięciu* łańcucha zadrga, to można być pewnym, że strumień ma kierunek *zstępujący* to jest od mózgu ku muskułom. Jeżeli noga kurczy się tylko przy *otwarciu* łańcucha, natenczas strumień elektryczny ma z pewnością kierunek *wstępujący*, to znaczy od muskułów do głowy.

Można więc za pomocą preparatu z żaby (tak się nazywa ogólnie noga przygotowana do elektrycznych badań) bardzo łatwo ocenić kierunek strumienia galwanicznej baterji, co poprzednio z daleko większemi trudnościami połączone było.

Po ujęciu więc w ten sposób działań metalicznego galwanizmu na muskuły i nerwy w ogólne i stałe prawa, jest teraz rzeczą nauki, dalsze stąd wyciągnąć wnioski i te w danych przypadkach zastosować.

Obecnie wchodzą dosyć w użycie tak nazwane

elektro-magnetyczne kuracye; zależą one głównie na przepuszczeniu strumienia przez jakikolwiek schorzały członek ciała, przy szybkim otwieraniu i zamykaniu łańcucha. Przypuściwszy, że z tego wypadnie jaki zbawienny skutek, co zdaje się mieć miejsce tylko w bardzo ograniczonej liczbie przypadków, to łatwo przewidzieć, że tu leczenie pozostanie zawsze niepewnem skoro prawa przez Du Bois-Reymonda wykryte, nie będą przytem na uwadze, skoro nie nastąpi ściśle różnicowanie kierunku strumienia i działań sprawionych przez otwarcie lub zamknięcie łańcucha. Jak długo więc to nie nastąpi, wszystkie elektro-terapeutyczne kliniki wraz z ich doświadczeniami zostaną otoczone ciemnością i przypadkowe wyleczenia wcale nie zasłużą na nazwę kuracyi, chociaż ją sobie już przywłaszczyły.

Lecz wyżej wzmiankowane prawa, których ustalenie zawdzięcza nauka usilnej pracy Du Bois-Reymonda, są właściwie tylko przygotowaniem do badań, jakie uczony ten nad istotną zwierzęcą elektrycznością wykonał.

Te ważne badania, uskutecznił on nie mniej szczęśliwie jak poprzednie, dał im nawet ściśle naukową podstawę, ponieważ udało mu się naturalne prawa elektryczności zwierzęcej również wynaleźć.

Lecz do nich musiał najprzód sam przygotować sobie narzędzia, gdyż wszystkie znane nie zapewniały mu pewnych wypadków.

Przed nim doświadczenia tego rodzaju wykonywano głównie na żabach, które obdzierano ze skóry dla powiększenia czułości. Naturę i siłę elektrycznego strumienia oznaczano za pomocą narzędzia, któreśmy na początku opisali, a które składa się z delikatnej igielki magesowej, otoczonej wielą skrętami izolowanego (owiniętego) drutu. Narzędzie to nazywają *multiplikatorem* i my z powodu krótkości, nazwę tę zatrzymamy. Wreszcie odpowiednie części żaby, maczano w roztworze solnym i w pewnych przypadkach używano za przewodnika elektryczności.

Du Bois odrzucił całe to postępowanie.

Przewidział on bardzo słusznie, że całe żaby, lub nawet całe tylko członki żab, żadnych pewnych rezultatów wydać nie mogą, ponieważ tu masa mięśni i nerwów jest w czynności i nigdy wiedzieć nie można, gdziejak i która mięśniewicie część działa. Dla tego też poddawał on badaniom pojedyncze ze zwierząt wyjęte mięśnie i nerwy w ten dopiero sposób doszedł do stałych i pewnych wypadków.

Dla zbadania natury i siły elektrycznego stru-

mienia, który mógłby się okazać, musiał Du Bois sam sobie zbudować narzędzie (wspomniany mnożnik) ponieważ wszystkie poprzednio znane, nie posiadały należnej czułości i delikatności. Dziś już pod jego kierunkiem zrobiono wiele wybornych narzędzi tego rodzaju, lecz zawsze należą one jeszcze do rzadkości i dla tego wypadki, które podaje Du Bois, nie łatwo powtórzyć.

Nakoniec unikał on przy swoich badaniach najmniejszego zetknięcia probowanego mięśnia lub nerwu z jakimkolwiek płynem, bo bardzo słusznie obawiał się elektrochemicznego wpływu takiego zmożenia i zamieszanie otrzymanych wypadków z góry przewidywał.

Za daleko by nas zaprowadziło, gdybyśmy choć pobieżnie chcieli skreślić staranność, z jaką jego doświadczenia wykonane zostały, dość powiedzieć, że ta staranność przeszła wszystko dotychczas znane, i to jest właśnie co jego odkryciom nadaje wartość tak ściśle naukową.

Wypadki badań Du Bois-Reymonda, do których obecnie przechodzimy, na pierwszy rzut oka wydają się bardzo nieznacznymi w porównaniu do marzeń, jakie powstały przy pierwszym zjawieniu się galwanizmu, kiedy sądzono, że tajemnica życia zbadaną zostanie, przez przyjęcie nowej tajemnicy

galwanizmu. Lecz właśnie cała wartość dziś otrzymanych wypadków na tem zależy, że nie mówią o jakichś niepewnych galwanicznych zmianach w ciele żyjącem, ale prosto jak na naukę przystoi, wykazują strumienie powstające w osobno probowanych mięśniach i nerwach. Jak te strumienie w sobie przechodzą, do jakich skutków prowadzą przy ogólnym procesie życia, można wprawdzie sposobem przewidywania powiedzieć, jednak prawdziwą naukową wartość będzie miał tylko postęp niewątpliwy, od rzeczy małych i drobnych do wielkich i rozległych, postęp, na który droga przez Du Bois obrona prowadzi.

Du Bois badał szczególniejszy mięśnie i nerwy i co do pierwszych znalazł: że *każdy mięsień istoty ożywionej podczas życia i na krótki czas po śmierci jest siedliskiem galwanicznego prądu* i to prądu tego rodzaju, że każda cząstka poprzecznego przecięcia mięśnia, zachowuje się elektro ujemnie względem każdego punktu podłużnego przecięcia.

Postaramy się to zasadnicze prawo czytelnikom naszym rozjaśnić.

VII. Elektryczność w mięśniach.

Mięsień jest właściwie tem, co zazwyczaj *mięsem* nazywają. Jedząc mięso, spożywamy części mięśniów większych zwierząt, lub też całe partie mię-

skułów mniejszych zwierząt. Lecz badając naturę i własności pojedynczego mięśnia, znajdziemy zawsze, że to jest wiązka mięsa, jednym najczęściej wązkim końcem do kości przyrosła, a drugim równie wązkim przyczepiona do drugiej najbliższej kości. Jest to więc niejako pomost mięsny między dwiema kośćcami, przeznaczony do poruszania członka utworzonego przez tę kość drugą. Przeznaczenie swoje wykonywa mięsień przez to, iż w stanie zdrowym podług woli zwierzęcia, ściągać się może, to znaczy, że staje się krótszym i grubszym, mianowicie w środku, przez co naturalnie kość, do której jest przyczepiony pociąga za sobą i tym sposobem do ruchu zniewała.

Wszystkie nasze poruszenia, nasze chodzenie, bieganie, skakanie, pływanie, wyprężanie, zginanie, siadanie, wstawanie, ruchy naszej twarzy przy mówieniu, śmianiu, płakaniu, myśleniu i czuciu; jedném słowem wszystkie poruszenia żyjącej istoty, pochodzą wyłącznie od ściągań mięśni. Jak tylko ta siła ściągnięcia w mięśniach zginie, lub ustanie, ciało staje się sztywném i nieporuszonem.

Kto jeszcze niema o tém dobrego wyobrażenia, niech zastanowi się np. nad własném ramieniem w miejscu gdzie mięsień najgrubszy. Przy wyciągniętej ręce i ten gruby mięsień będzie wyciągnię-

tym, a gdy go wtedy dotkniemy, poczujem że jest miękkim i poznamy że nie musi być czynnym. Lecz skoro tylko łokieć zegnjemy, tak aby dłoń zbliżyła się do łopatki, zobaczymy natychmiast, że mięsień ściągnie się, ściśnie, skurczy i zgrubieje, uczujem że teraz będzie twardym, co stanowi niewątpliwy znak jego czynności. Pospolicie wielu sądzi, że mięsień przyjmuje ten stan dla tego, że ręka zgięta, ale to błędne mniemanie. Nie zgięta ręka czyni mięsień ściągniętym, lecz wprost przeciwnie. Ściągnięcie się mięśnia na kości ramieniowej, który drugim końcem przyrośnięty jest do kości przedramienia, sprawia, iż rękę zgiąć musimy i dla tego gdy ten mięsień mocno uszkodzonym zostanie, to ramię w stawie jeszcze się będzie bardzo dobrze poruszać, podczas gdy przedramię już się nie zegnje, tak aby dłoń dosięgła łopatki.

Jeżeli zapytamy, skąd pochodzi, iż mięsień podług woli naszej ściągać się może? to nauka da nam następującą odpowiedź: Wola nasza ma swoje siedzisko w mózgu, z mózgu lub jego przedłużenia mlecza pacierzowego wychodzą nerwy do wszystkich pojedynczych mięśniów, gdzie rozdzielają się na najdrobniejsze gałązki i te nerwy właśnie jak nitki po całym organizmie rozsiane, przynoszą mięśniom myśl w mózgu zrodzoną i udzielają im moż-

ności kurczenia się. Przeciawszy taką nitkę nerwową, to mięsień bez najmniejszego zresztą skaleczenia utraci siłę ruchu, przestanie funkcjonować i na zawsze zostanie w ciele uśpionym, nieczynnym.

Najciekawszą przy tym dziwnym procesie jest rzecz, że nerwy same się nie poruszają, nie ściągają jak w jakiej maszynie, aby przez to spowodować ruchy mięśni, ale leżą spokojnie na swym miejscu i tylko pobudce do ruchu *przewodniczą*. W całym znaczeniu słowa, nerwy podobne są do drutów telegraficznych aparatów. Jak te druty leżą spokojnie w ziemi lub nad ziemią, nie mając zgoła innego przeznaczenia, jak tylko przewodniczyć elektryczności, toż samo czynią i nerwy z pobudką, którą z mózgu dostają. Są tylko *przewodnikami pobudki*. I zupełnie jak druty odległemu żelazu przesyłają strumień elektryczny, który je na magnes zamienia i siły przyciągania używa, poruszając telegraficzne aparaty, zupełnie tak samo nerw, przesyła tylko strumień do mięśnia, udzielający temuż siły przyciągania, która członki nasze w ruch wprawia.

Już z tego porównania, które jak później zobaczymy, bynajmniej nie jest nieuzasadnionem, wypływa, że każdy mięsień stanowi osobny aparat, ściągający się w skutek jakiejś pobudki, że więc

muskuł nie porusza się przez nerwy jak dzwonek za pomocą drutu, lecz jak pewną siłą obdarzony przyrząd, który dla wejścia w bieg potrzebuje tylko pobudki.

A jakaż to jest ta pewna siła? Jest to siła *elektryczna*.

Postrzeżenia Du Bois-Reymonda dowiodły, że jeżeli jaki muskuł poprzecznie przetniemy i którykolwiek punkt tego przecięcia, połączymy za pomocą dobrego przewodnika, z jakimkolwiek punktem, na całej długości muskułu, to natenczas powstanie strumień elektryczny i to strumień ujemny, poruszający się w kierunku od miejsca poprzecznego przecięcia do połączonego z nim punktu długości.

Opierając się na tém odkryciu można przyjąć, że strumień elektryczny w muskule, który podług Du Bois strumieniem masykalarnym (*Muskelstrom*) nazwiemy, jest właściwą siłą ciągle obecną w żywym mięsie i że on właśnie sprawia, iż muskuł skutkiem pobudzenia nerwowego kurczy się czyli ściga, że więc źródłem poruszeń muskułów jest elektryczność zwierzęca, której pewną część każdy muskuł posiada.

VIII. Osłabianie i wzmacnianie muskularnego strumienia.

Dalsze badania elektrycznego strumienia znajdującego się w każdym muskule, doprowadziło Du Bois-Reymonda do wniosku, że ten strumień słabnie w miarę ściągania się mięśnia i przy naturalnym dopięciu stanie tegoż, znowu siły nabywa.

Aby to okazać, Du Bois odciął poprzecznie z mięśnia małego kawałek i miejsce w którym odciął, czyli poprzeczne przecięcie, połączył z nadzwyczajną ostrożnością za pomocą dobrego przewodnika z naczyniem, zawierającym słoną wodę. Podobnie jeden z punktów długości połączył z drugim naczyniem tak samo napełnionem. Gdy teraz do obu naczyń włożył druty multiplikatora, to łańcuch galwaniczny został zamkniętym. Strumień od poprzecznego przecięcia mięśnia, przeszedł do naczynia z wodą, a stąd po drucie do multiplikatora. Tu obiegł wszystkie skręty, których liczba w nadzwyczaj czułym instrumencie Du Bois-Reymonda, wynosiła 24,000 i udał się następnie przez drugie naczynie do mięśnia z nim połączonego. Że tu strumień elektryczny istotnie opisał podobne koło, to okazuje igła multiplikatora, która od kierunku ziemskiego magnetyzmu, czyli od linii półno-

cno-południowój zbacza i przyjmuje położenie prawie od wschodu na zachód.

Nie potrzeba zdaje się wspominać, że im strumień muskularny będzie silniejszym, tém igła magnesowa zboczy mocniej, a w przeciwnym razie, bardziej do naturalnego położenia się zbliży.

To więc nastąpi gdy mięsień nieściągniętym zostaje, w czasie zaś ściągnięcia, strumień elektryczny natychmiast słabnie.

Du Bois dał na to następujący dowód.

Doświadczenie tylko co przytoczone, wykonał on na muskule przy którym wisiała jeszcze nitka nerwowa. Otóż gdy ten nerw dozna jakiegokolwiek drażnienia, mięsień natychmiast ściągnie się czyli zadrga. Drganie takie, następuje również gdy przez kawałeczek nerwu przepuszczonym zostanie strumień elektryczny, i to przy każdorazowym otwarciu i zamknięciu łańcucha. Jeżeli użyjem aparatu, któryby bezustannie łańcuch przerywał, to natenczas nastąpi tak częste drganie mięskulu, iż on się ściśnie i konwulsyjnie ściągniętym pozostanie. Badając teraz wyżej podanym sposobem strumień elektryczny ściągniętego mięskulu, okaże się, iż igła magnesowa powróci bardziej do kierunku z północy na południe.

Jak małe na pierwszy rzut oka doświadczenie

to zdaje się mieć znaczenia w życiu, tak ważnym okaże się po chwili bliższego namysłu.

Wiadomo, iż po znacznym wysileniu mięśni, n. p. po długim chodzie, biegu, pracy i t. d. czujemy *zmęczenie*. Po pewnym dopiero spoczynku powracamy znowuż do sił, bez koniecznego nawet przyjmowania świeżego pokarmu, gdy żołądek dość jeszcze nieużytej strawy zawiera.

Lecz co to jest zmęczenie? Skąd ono pochodzi? dlaczego długa czynność mięśnia osłabia go na czas pewien?

Czynność mięśnia polega na częstym i długotrwałym ściąganiu się tegoż, a ponieważ doświadczenia DuBois-Reymoda okazały, że przez ściąganie mięsień traci pewną część elektrycznego strumienia, mamy przeto przyczynę do przyjęcia, że zmęczenie następuje skutkiem braku elektryczności w mięśniach.

Zważywszy, jak się okazało, że w silnym mięskule, silny strumień elektryczny istnieje, to można odwrotnie wnosić, iż silny strumień mięśniowy nadaje mięskule siłę kurczenia się, czyli czynności. Częste ściągania osłabiają strumień mięśniowy, muszą więc i siłę osłabiać, czyli prowadzić *zmęczenie*.

Zmęczonym jest więc człowiek, który mięśnie swoje za często ściągał, a przez to ich strumień elektryczny osłabił.

Wprawdzie, mógłby tu czytelnik zapytać: A jak też możecie z umarłego mięśnia, na którym Du Bois doświadczenia wykonywał, wnosić o żywych, w ciele ludzkim czynnych? Trwałe ściągnięcie sztucznie na martwym mięśniu wywołane, jest właściwie tylko nad miarę prędkim *drżaniem*. Martwy mięsień, nie może się tak prędko ściągać i rozszerzać i dla tego tylko konwulsyjnie kurczy. Jak można więc te martwe kurczenie porównywać do ciągłej czynności mięśnia istoty żyjącej i stąd jeszcze wyciągać wnioski?

Odpowiedź na te pytania podają najnowsze świetne odkrycia Du Bois-Reymonda, w sposób bardzo zdumiewający. Zobaczymy, iż uczony ten podał niewątpliwy dowód, że to co się spostrzega na martwym mięśniu, można również i na żyjącym okazać.

IX. Doświadczenia nad strumieniem mięśniowym.

Dowód jaki Du Bois przytacza dla okazania, że strumień elektryczny tak widoczny na mięśniu

świeżo zabitego zwierzęcia, daje się także spostrze-
gać na istocie żyjącój, jest równie uderzającym jak
niespodzianym. Z niego wypływa, iż w członku
np. w ręce człowieka, krąży strumień zstępu-
jący, który pod pewnemi okolicznościami, nawet
wymierzeniu poddanym być może.

Aby to okazać, umieścił Du Bois oba druty swe-
go wielkiego multiplikatora w dwóch naczyniach
ze słoną wodą, i w każde zanurzył palec wskazu-
jący ręki. Tym sposobem, został zamknięty łań-
cuch galwaniczny, który tworzyły z jednej strony
obie ręce i ciało, z drugiej druty i skręty multipli-
katora. Dopóki Du Bois trzymał ręce w stanie
naturalnym, zboczenia igły nie było. Z obu rąk
wprawdzie wychodziły strumienie, ale że oba miały
jeden i ten sam kierunek zstępujący, przeto przy
spotkaniu znosiły się wzajemnie. Lecz jak tylko
Du Bois ściągnął mięśnie prawej ręki, natych-
miast strumień elektryczny tejże ręki osłabł, pod-
obnie jak w sztucznie ściągniętym muskule świeżo
zabitego zwierzęcia, i igła magnesowa zboczyła.
Strumień bowiem wychodzący z lewej ręki stał się
teraz silniejszym, przeszedł po drucie do multipli-
katora, gdzie obiegając skręty, sprowadził zbocze-
nie igły, następnie po drugim drucie dostał się do
naczynia, a stąd do ręki prawej. Tu napotkał sła-

by tylko strumień w przeciwnym kierunku, który przewyciężył, poszedł więc dalej do ciała. Tym sposobem, powstaje ciągle krążenie elektrycznego strumienia, dopóki mięśnie jednej ręki ściągniętymi pozostają.

Skoro Du Bois zwolnił mięśnie prawej ręki, to po pewnym przeciągu czasu, strumień znowu się zrównoważył i igła powróciła do zwykłego kierunku z północy na południe.

To nadzwyczaj ciekawe i nauczające doświadczenie, przedstawia w wykonaniu pewne trudności, ponieważ wielkiej potrzeba wprawy, aby mięśnie jednej ręki ściągniętymi utrzymać, nie zdręgnawszy drugą i dla tego też często się nie udaje.

Nie powiemy zawiśle utrzymując, iż to odkrycie Du Bois-Reymonda, do najważniejszych naszego czasu liczyć się winno. Ścisły ten badacz ogłaszając tylko dokładnie naukowo dowiedzione rzeczy, nie pozwolił sobie mówić o niepewnych skutkach, jakie z prac jego wyniknąć mogą, lecz my zastanawiając się nad przyszłością każdego ważnego odkrycia i temu kilka słów poświęcimy.

Przedewszystkiem wyznać należy, iż każdego w najwyższe zdumienie wprowadzić musi sama myśl, że człowiek za pomocą dowolnego ruchu swęj ręki, może odległą igłę magnesową poruszyć. Nie-

zawodną jest rzeczą, że gdyby multiplikator postawiono w Ameryce i tylko dość grube druty doń poprowadzono, to również jedno ściąganie ręki przyprowadziłoby igłę o zboczenie.

Lecz zważywszy, że ściąganie mięśni dzieje się za pomocą *woli*, że ta ma swe siedlisko w mózgu, że w mózgu zachodzi tylko to, co *duchową* czynnością nazywają, to w całym znaczeniu słowa można powiedzieć, że igła Amerykańska porusza się od duchowej czynności mózgu człowieka będącego w Warszawie.

Wiadomo teraz, że w całej Anglii istnieje jeszcze telegrafia polegająca tylko na zboczeniach igły magnesowej multiplikatora i że przez takie powtarzane zboczenia, można cały szereg myśli przesłać do odległej okolicy. Jeżeli zastanowimy się, iż może nastąpić wynalazek czulszego multiplikatora niż dzisiejszy Du Bois-Reymonda, to przyjdzie czas, że depesze telegraficzne wychodzić będą bezpośrednio z mózgu człowieka, skoro ten człowiek nauczy się mięśnie swjej ręki ściągać w sposób odpowiedni.

Wprawdzie, jestto tylko zabawka i jako taka niech nam będzie wybaczoną, lecz możliwość urządzenia czulszych multiplikatorów, stanowi myśl która ważne następstwa w sobie zamyka.

X. Możliwe następstwa odkryć Du Bois-Reymonda.

Już multiplikatory dzisiejsze, budowy przez Du Bois podanej, posiadają tak wielką delikatność, iż widocznie okazać są wstanie, czy osoba zanurzająca palce w oba naczynia z wodą słoną, budzi silniejszy czy słabszy strumień, to znaczy, czy w mięśniach ręki tej osoby silniejszy czy słabszy prąd elektryczny istnieje. Że zaś siła mięśniowa w bardzo ścisłym zostaje związku ze strumieniem czynnym w mięskule, przeto dziś już w multiplikatorze Du Bois-Reymonda mamy narzędzie, za pomocą którego moc i siłę mięśniową człowieka próbować i mierzyć można.

Wprawdzie, potrzeba przy tem niesłychanie wielkiej staranności dla otrzymania jakkolwiek ścisłych wypadków. Według najnowszych badań tego niezmordowanego pracownika, najmniejsza nauka, najłżejsze zadrażnienie zanurzonego palca, bardzo szkodliwy wpływ na narzędzie wywiera. Z skaleczonego bowiem miejsca na palcu, strumień będzie wypływał daleko silniej, aniżeli z innych całkowitą skórą pokrytych. Oprócz tego, prawa i lewa ręka u największej liczby osób nie jednakową posiadają siłę, co już okazuje się ze strumieni na narzędzie działających.

Z większem jednak udoskonaleniem tego instrumentu, lub też z odkryciem innego, któryby w pewności i czułości znacznie pierwszy przewyższał, będziemy w stanie nie tylko mierzyć strumienie elektryczne rozmaitych osób i siłę ich ściśle oznaczać, ale nawet zdołamy każdy pojedynczy członek, ze względu na siłę strumienia wypróbować i tym sposobem otrzymamy skalę do oceniania stanu zdrowia mocy lub słabości oddzielnych organów.

Od dawna i to dość pewno wiadomo, że elektryczność w processach życia ludzkiego znaczną odgrywa rolę i na tej słusznej podstawie opiera się większa część elektrycznych kuracyi, dziś już dość pospolitych. Lecz każdy doktor, szczerze swą naukę miłujący, nie będzie siebie i innych darmo łudził; przyzna otwarcie, że elektryczność jako lekarstwo, grubą jest jeszcze pokryta zasłoną i że bardzo skromna tylko liczba przypadków istnieje, gdzie przy użyciu jej skutków mniej więcej pewnym być można. Dopiero z postępem i rozszerzeniem badań Du Bois-Reymonda, i z uzupełnieniem i udoskonaleniem narzędzi, zdołamy na prawdziwie naukowej drodze rozpoznać zdrowy lub chory stan ludzkiego ciała i jego pojedynczych części, odkrywamy lepiej słabości i ich przyczyny, jeżeli anomalia w organizmie od zmiany strumieni

elektrycznych pochodzą. Natenczas będzie można pomówić, czy na choroby których powody znamy, jest jakikolwiek środek w jakimkolwiek elektrycznym postępowaniu.

Może niezadługo nadejdzie pora, że każdy sumienny lekarz będzie zmuszony do używania aparatu jak multiplikator, tak jak obecnie używają rodzaju trąbki akustycznej (Hör-Rohr), dla zbadania stanu płuc i serca człowieka i chociaż łatwo przewidzieć, że przez takie narzędzie zawsze gotowa szarlatanerya znajdzie nie małe pole do bałamucenia publiczności, to przecież pomimo tego, wprowadzenie elektrycznych poszukiwań przy chorobach, uważać będziemy musieli za krok bardzo pomyslny i płodny w następstwa.

Z przyjemnością czytamy w gazetach, że prelekye Du Bois-Reymonda, najwięcej odwiedzane są przez młodych lekarzy, oraz, że wynalazki tego uczonego najlepszego doznały przyjęcia w Anglii i silnie zajmują tam umysły. To każe się nam spodziewać, że w tym do wszelkiej praktyki tak szczęśliwym narodzie, prędko posuną się dalej i znajdą zastosowanie w życiu.

Kto wie, czy następne już pokolenie nie doczeka się tego, że narzędzia dziś zaledwie w ręku pojedynczych uczonych będące, w stanie ulepszonym.

i uzupełnionym przejdą do rąk tysięcy, dla oddania jeszcze nieprzypuszczanych usług w życiu codziennem! Przyszłość elektrycznych odkryć i ich zastosowań, jest tak nieprzewidzianie wielką, że dziś wcale nie możemy powziąć wyobrażenia o tem, do czego one są powołane i jak przed dwudziestą laty wzmianka o obecnej roli jaką odgrywają telegrafy elektryczne, wywołałyby żarty i uśmiechy niedowierzania nawet w wykształconych kółkach, tak i dziś toż samo spotkałoby niezawodnie każdego, ktoby zechciał przepowiadać znaczenie elektryczności w następnym ówierć wieczu. To jednak pewna, że świetne prace Du Bois-Reymonda nie zostaną bezowocnemi i może za jakie lat dwadzieścia, tak zwyczajną będzie rzeczą mierzyć siłę masykularną człowieka, lub pociągowego zwierzęcia za pomocą multiplikatora, jak dziś użycie termometru w życiu praktycznem.

Tymczasem zamiast gubić się w ciemnej przyszłości, wrócimy do naszego zadania i powiemy słów parę o elektrycznej czynności nerwów.

XI. Strumienie elektryczne w nerwach.

Oprócz strumieni w muskułach, wykrył Du Bois i w nerwach prąd elektryczny, którego istnienie poprzednio już przewidywano, lecz o którym

wistocie miano bardzo niepewne tylko wyobrażenie.

Doświadczenia okazały, że każda część nerwu wprowadzona w zetknięcie, z uciętym jego końcem tworzy łańcuch galwaniczny, w którym strumień bezustannie krąży. Wziąwszy nitkę nerwową i urządziwszy aparat w ten sposób, aby jakikolwiek punkt jej długości, łączył się z jednym naczyniem słonej wody, podczas gdy koniec ucięty pozostaje w związku z drugim podobnym naczyniem, to należy tylko w oba zanurzyć druty multiplikatora, a w téj chwili nastąpi zboczenie igły, świadczące o obecności nerwowego strumienia, (Nervenstrom).

W tym względzie, nerwy zachowują się zupełnie tak samo jak mięśnie, gdyż tu podobnie jak i tam strumień ujemny wychodzi od poprzecznego przecięcia.

Że zaś nerwy jak wiadomo, rozgałęziają się w mięśniach na delikatne niteczki, przeto można by sądzić, że one są właściwym aparatem elektrycznym w ciele ludzi i zwierząt. Lecz Du Bois okazał bezzasadność podobnego mniemania, ponieważ strumień elektryczny mięśniów, jest daleko silniejszym, aniżeli mógłby nim być, gdyby elektry-

czność pochodzić miała od cieniutkich nerwowych niteczek.

Przytem znalazł Du Bois drugi jeszcze szczególny stan elektryczny nerwów, o którym jednak bardzo pobieżnie tylko wspomnieć możemy czytelnikom naszym, gdyż dobre przedstawienie tego stanu, wymaga obszernego i ściśle naukowego zglębiania przedmiotu.

Odkrycie, o którym mowa, bardzo ważne dla rozpoznania ogólnej czynności nerwów, da się w ten sposób wyrazić:

Jeżeli przez małą część długiego nerwu, przepuścimy strumień elektryczny, to nerw w całej długości nabiera elektrycznego stanu. Nowy ten wzbudzony strumień jest zupełnie niezależny od zwykłego, zawsze w nerwach czynnego i wzmacnia lub osłabia ostatni, podług tego czy ma z nim wspólny czy przeciwny kierunek.

Zastanawiając się nad wszystkimi temi odkryciami, mimowoli nasuwa się pytanie: co też zachodzi w mięśniach i nerwach, podczas ich elektrycznej działalności? Lecz elektryczność jest ciągle dla nas wielką jeszcze tajemnicą przyrody, przez nią wiele rzeczy objaśniamy, lecz jój samej wytłomaczyć nie jesteśmy w stanie. Najprostszych faktów istoty jój dotyczących, objaśnić nie możemy.

Napróżno łamiemy głowę chcąc *np.* dociec, co się dzieje w zwyczajnym metalowym drucie podczas przebiegu strumienia. Nikogo więc dziwić nie powinno, że odpowiedź jest bezporównania trudniejszą gdy idzie o zrozumienie, jakim sposobem powstaje dobrowolnie, lub wzbudzonym być może strumień elektryczny, w tak zawikłanej tkance muskularnej, lub w niezbadanem jeszcze dokładnie tworzywie nerwu. Du Bois próbował jednak za pomocą modeli i rysunków, uzmysłowić ten tajemniczy stan drobniutkich, żadnym mikroskopem niedojrzanych cząsteczek mięśnia i nerwu, i tym sposobem, przybliżył nas przynajmniej cokolwiek do zbadania największej z tajemnic natury, jakkolwiek rozumowania jego, pomimo że noszą na sobie cechę wielkiego prawdopodobieństwa, są przecież tylko hipotezami.

Cała nauka której Du Bois-Reymond założył fundament, i tak zasłużenie pierwszą utorował drogę, właściwie jest dopiero w zawiązku, ale spodziewać się należy, iż wkrótce znajdzie zwolenników i szybko posunie się dalej ¹⁾. Jak na ściślego ba-

¹⁾ Dzieło Du Bois-Reymonda temu przedmiotowi poświęcone nosi tytuł: „*Untersuchungen über thierische Electricität.*” Berlin, 1848 i 1849. 3 tomy. Wymieniam

dacza przystoi, nie wdawał się Du Bois w wypro-
wadzenie wniosków o tem, ile świat z jego odkryć
skorzysta, nie robił nadziei podobnych, jakie obie-
gły świat uczony po ogłoszeniu pierwszych spo-
strzeżeń Galwaniego, jednym słowem, nie zapusz-
czał się w ciemną przyszłość, lecz nam, którzy za
cel położyliśmy sobie budzić zamięłowanie do nauk
przyrodzonych, wykazywać ich stronę piękną i po-
żyteczną, zaznajamiać czytelników z najnowszemi
odkryciami i ustalać przekonanie, że nauki nie co-
fają się lecz niewstrzymanie postępują, nam więc

je bo może który z czytelników zaciekawiony tem co autor
powyżej mówił, zechce się bliżej z elektrycznością zwierzę-
cą zapoznać. Zresztą na tem polu niema już więcej prac
obszerniejszych, oprócz pojedynczych artykułów umieszczo-
nych w naukowych dziennikach. Za to nad zastosowaniem
elektryczności do medycyny pracują bardzo. W ostatnich
czasach wyszło o tym przedmiocie dzieł kilka, z których
szczególniej zasługują na uwagę:

*De l'électrisation localisée et de son application à la
physiologie, à la pathologie et à la Thérapeutique* przez
Duchenne de Boulogne, Paryż 1855.

Ueber methodische Elektrisirung gelähmter Muskeln.
przez Dr. R. Remak. Berlin 1855, (drugie wydanie).

Die Elektrizität in der Medicin, Studien przez Dr. Hugo
Ziemssen. Berlin 1857. *Przyp. tłum.*

niech wolno będzie przyszłości i téj gałęzi wiedzy słów kilka poświęcić.

Przyroda przedstawia wiele tajemnic, które mają nas właśnie zajmować pod zadaniem „tajemnych sił.” Największą z nich są bezwątpienia istoty żyjące a między temi najdoskonalsza—człowiek. Lecz jak człowiek jest najdoskonalszą z istot, tak najdoskonalszym jego organem jest mózg, to tajemne siedlisko woli, czucia i myślenia, ta cudowna pracownia ducha, starającego się śledzić ducha natury.

I z téj pracowni, z mózgu i jego przedłużenia mlecza pacierzowego, rozchodzą się nerwy po całym ciele, aby do wszystkich stałych części przesyłać to, co życiem nazywają. Lecz czemże jest to życie?

Kto myśli w *saméj* elektryczności znaleźć całą wielką tajemnicę życia, ten *myli się* niezawodnie. Zbyt mało znamy jeszcze ogólne tajemnice przyrody, aby w tem co zbadane i odkryte *wszystkiego* szukać. Lecz, że elektryczność w processie życia odgrywa znakomitą rolę, to zdaje się nie ulegać żadnej wątpliwości. Kto uważa, że mózg powstaje z dwóch mass, szaréj i białéj i zastanowi się, iż od jednéj z nich a mianowicie białéj, wychodzą nerwy jak nitki elektryczne, jak druty galwanicznój bateryi, ażeby wszę-

dzie przesłać telegraficzne rozkazy na wszystkie nasze czyny i zewsząd odebrać telegraficzne wiadomości o naszych wrażeniach i uczuciach, ten rzeczywiście może wpaść na myśl, że te dwie doskonale różne massy mózgowe, zachowują się do siebie jak dwa metale, wzbudzające elektryczność za pomocą których sztucznie wywołujemy elektryczne zjawiska.

Jeżeli zaś tak jest wistocie, to przyszłość na dzisiejszej drodze postępujących badań elektryczności zwierzęcej, do wyższych prowadzi wypadków jakby się to na pierwszy rzut oka zdawało i powinniśmy błogosławić czas, w którym żyjemy, bo w nim zaczęła się i szczęśliwie postępuje praca, mająca za ostateczny cel zbadanie samego życia.

XII. Elektryczne lekarstwa.

Kilkakrotnie już mieliśmy sposobność wspominać o elektrycznych kuracjach i przy rozważaniu elektryczności zwierzęcej, czujem się szczególnież zniewoleni jeszcze raz do nich powrócić.

W ogóle, bardzo ważnem dla wielu jest pytanie, czy rozpowszechniającym się teraz elektrycznym leczeniom można ufać czy nie?

Odpowiedź nasza w tym względzie brzmi następnie:

Jestto naukowo dowiedzionem, że elektryczność w ciele ludzkim przy processie życia, ma pewien ważny udział, mógłby więc kto za logiczne następstwo tego uważać, że strumienie elektryczne powinny działać na nas uzdrawiająco; lecz ten przypadek nie zawsze, a nawet rzadko tylko ma miejsce.

Gdyby był środek wzbudzenia elektrycznej czynności nerwów i mięśni samych, natenczas wszystko dałoby się łatwo pojąć i objaśnić, ale na to żadnego środka nie posiadamy i zbawienne skutki chcemy otrzymać, przepuszczając z metali wydobyty strumień przez ciało ludzkie, lub schorzały członek. *Nie wzbudzamy* więc elektryczności wewnątrz ciała, lecz to ostatnie używamy wprost za przewodnik zewnątrz wydobytego strumienia. Czy przytem rozwija się lub wzmacnia właściwa cieleśna czynność elektryczna, można bardzo powątpiewać. Wprawdzie, badania Du Bois-Reymonda dowodzą, że metaliczny strumień przepuszczony przez małą część długiego nerwu, cały nerw wprowadza w pewien właściwy stan elektryczny, lecz tenże sam badacz okazał, że podług kierunku zewnętrznego prądu, strumień nerwowy osłabia się lub wzmacnia.

Jeżeli więc nie wchodząc w bliższe szczegóły

wystawimy sobie, że metaliczny strumień przepuszczony przez ciało ludzkie wzmacnia prawdziwą zwierzęcą elektryczność, to pogląd podobny będzie niezawodnie bardzo powierzchownym. Każdy rozsądny lekarz wie dobrze, że nawet ze środkami doświadczonej dobroci, niezawsze tak postąpić można i gdy *np.* jest przekonany, że we krwi chorych na białaczkę brakuje żelaza, to jakkolwiek lekarstwa żelazo zawierające może wprowadzić do żołądka chorego, ale nie będzie jeszcze pewnym; czy one dostaną się do miejsca przeznaczenia, to jest do kuleczek krwi.

Dla tego też w ogóle przyjąć można, że wszystkie daremne pokuszenia uzdrowień rozmaitych chorób, za pomocą przepuszczania przez ciało ludzkie elektrycznych strumieni, są szarlataneryą, wypływającą z chęci świadomego ludzenia innych, lub też z nieświadomego ludzenia samego siebie, bo ani teoria, ani praktyka nie przemawia tu za jakimkolwiek skutecznem działaniem, a wiara weni, jest zupełnie podobną do wiary w Rewalentę arabską, w zamówienia, w lekarstwa sympatyczne, w źródła święte i inne tym podobne przesady.

Zdrowe pożywienie, ruch na wolném powietrzu, ćwiczenia ciała, gimnastyka, trzeźwość umysłu, ciepło uczucia, coraz nowe wrażenia niezawodnie

sprawdzą silną cielesną czynność, a więc są najlepszymi środkami, wzbudzającymi elektryczność zwierzęcą, która tak wielką rolę w ciele odgrywa. Każdy kto się tylko nad tym przedmiotem zastanowi, przyzna im niewątpliwie pierwszeństwo przed wszystkimi innymi i pewno nabierze przekonania, że trudno aby siła organiczna w żywym ciele działająca, dała się zastąpić przez elektryczne krążenia, wydobyte z martwych metali, chociażby nawet krążenia te miały do cielesnych wielkie podobieństwo. Chemia organiczna i nieorganiczna, do pewnego stopnia są także do siebie podobne, a jednak stanowczo wiemy, że chemicznego laboratorium w miejsce żołądka postawić nie można i prawdopodobnie nauka z czasem wykaże, że elektryczność zwierzęca również nie da się zastąpić miedzią i cynkiem.

W ogóle więc oświadczamy się przeciwko wszelkim elektrycznym leczeniom, jako środkom na zastąpienie lub wzbudzenie elektryczności zwierzęcej.

Lecz zupełnie co innego ma miejsce, gdy metalicznej elektryczności zechcemy użyć jako środka *drażniącego*, dla podwyższenia działalności skóry lub mięśni. Za podobną kuracją w pewnych

oznaczonych razach przemawia tak teoria jako téż i praktyka.

Jak za pomocą kąpeli, pryszniców, zimnych owijań lub wizykatoryi pobudza się wyższa działalność skóry, wzmacnia obieg krwi, a tem samem składanie materyi odżywczych i wydzielanie zużytych, tak samo następuje to wszystko za pomocą elektrycznego drażnienia. Obecnie wynaleziono bardzo dowcipne przyrządy służące do tego celu. Sadzają człowieka do letniej kąpeli, w której nurza się jeden biegun elektrycznej bateryi, podczas gdy drugi ma w końcu umocowaną metalową różgę, którą z lekka uderza się ciało chorego. Tym sposobem, następuje ciągle wyładowywanie elektryczności na powierzchni ciała, przy małym kłującym bólu i słabem zaczerwienieniu, przez co wzmaga się właściwa czynność skóry, co znowuż w pewnych przypadkach skutecznie działać musi i téż wistocie działa. Tu jednak elektryczność wywiera skutek nie przez siebie samą, lecz przez *drażnienie*, jakie na ciełe sprawia i jako taka ma z pewnością medyczne zastosowanie.

Nie mniej przy paralitycznej bezwładności mięśni można skutecznie używać działań elektrycznych, gdyż drgania jakie przy nich następują, przyspieszają obieg krwi i niekiedy mogą spowo-

dować wydzielenie lub rozkład schorzałych cząstek. Nawet łańcuszki reumatyczne, dziś tak powszechnie używane, zdolne są do oddania w tym względzie posługi przypuściwszy, że mogą wywołać elektryczne działania.

Streszczając wszystko cośmy powyżej powiedzieli o elektrycznych leczeniach, wypadnie: że metaliczna elektryczność żadną miarą zwierzęcej zastąpić nie zdoła, a prawdopodobnie nawet skutecznie wzmocnić nie potrafi, że jednak elektryczne drażnienie skóry i mięśni w pewnych razach jest środkiem bardzo szacownym. Jak więc z jednej strony szarlataneryą byłoby uważanie galvanizmu za jedyne ogólne lekarstwo, tak z drugiej strony, trzebaby nazwać zaślepieniem i ciemnotą, gdyby kto elektryczne drażnienia chciał ze wszystkim wyłączyć z liczby sposobów leczenia.

XIII. O chemicznych tajemnych siłach.

Przedstawiwszy już czytelnikom naszym cały szereg tajemnych sił przyrody, wypada nam o jednej jeszcze pomówić, która w swych objawach różni się bardzo od wszystkich dotąd wymienionych. Mamy tu na myśli *siłę chemiczną*.

Później, gdy zbliżając się do końca naszego zadania, weźmiemy pod uwagę wszystkie tajemne siły,

zastanowimy się obszerniej nad wielkiem podobieństwem dwóch z nich, to jest siły chemicznej i elektrycznej, lecz na teraz, pierwsza tylko zajmować nas będzie, bo sama przez się jest już dosyć tajemniczą i zadziwiającą.

Każdy wie, że żelazo zostawione w wilgotnem powietrzu, po pewnym przeciągu czasu zaczyna rdzewieć. Na szarej metalowej powierzchni występuje coraz bardziej czerwono-brunatny proszek a w miarę tego żelazo znika. Zostawiając je ciągle pod wpływem powietrza i wilgoci, zamieni się całkowicie na rdzę, w której nie będzie już najmniejszego śladu metalu.

Pytanie więc co tu zaszło?

Nauka daje w tym względzie taką odpowiedź. Tu była czynną siłą chemiczna, która żelazo chemicznie przemieniła.

Jeżeli znaleźmy wagę samego metalu i zważymy następnie rdzę, to ta okaże się cięższą od żelaza. Widocznie więc coś musiało tu przybyć, co zarazem spowodowało zmianę żelaza.

Cóż takiego jednak przybyło?

Na to odpowiada nauka, opierając się na najściślejszych i niewątpliwych poszukiwaniach. Do żelaza przybył tlen powietrza, który w obecności wilgoci, połączył się z metalem i zamienił go na czerwony

proszek powszechnie rdzą nazywany. Gdyby żelazo pociągnięte było warstwą tłuszczu, toby zarzewiec nie mogło, bo powietrze nie miałoby wtedy wolnego przystępu.

Ale czy rdza nie da się znowu na żelazo zamienić? Czy nie można jakimkolwiek sposobem tlen odjąć, aby żelazo samo pozostało?

Na to odpowiada tak teoria jakoteż i praktyka, że to zrobić można i że się to istotnie dzieje we wszelkich fabrykach, gdzie tylko wielkie piece istnieją. Żelazo bowiem pierwiastkowo nie znajduje się w postaci metalicznej, ale wydobywa z ziemi w stanie skamieniałej rdzy, która znowuż powstała z połączenia żelaza z tlenem. Rdzę tę, noszącą zwykle nazwisko rudy, mieszają z węglem, i umieszczają w piecach, gdzie następnie węgiel zapalają. Przy paleniu, tlen opuszcza rdzę i łączy się z węglem, tworząc kwas węglany, a żelazo topi i wycieka przez otwór pieca, jako surowiec.

Od żelaza więc połączonego z tlenem, odjęliśmy ten ostatni, wprowadzając go w nowe połączenie z węglem.

Lecz jak sobie to wszystko wyjaśnić? Dla czego tlen opuszcza swe miejsce w powietrzu, aby się z żelazem połączyć i wydać rdzę, i dla czego

znowuż tenże sam tlen, opuszcza żelazo dla utworzenia z węglem kwasu węglanego?

Odpowiedź na to jest następująca:

Połączenie dwóch pierwiastków połączeniem chemicznem nazwane, jest tajemną zmianą w naturze, której przyczyny z pewnością jeszcze podać nie można; jednakże podług wszelkiego prawdopodobieństwa zdaje się, że jakaś *tajemna siła* przyciągania wszystkie te dziwne rzeczy sprawia.

Otóż czynną tutaj siłę przyciągającą nazwano *chemiczem powinowactwem*. Jak to powinowactwo rozumieć należy? mówiliśmy już poprzednio, że ono ma znaczenie wprost przeciwne jak w życiu praktycznem, gdyż istnieje nie między podobnemi, ale właśnie między różniącemi się we własnościach ciałami.

Wyraz ten jednak, zbyt często powtarza się w chemii, abyśmy go mieli tutaj jakimś innym odpowiedniejszem zastępować, bo zresztą mało na tem zależy, jeżeli tylko dobrze znaczenie pojmiemy, a tem dobrem znaczeniem jest: że istnieje tajemna siła przyciągania pomiędzy tlenem i żelazem, która sprawia, że żelazo rdzewieje, oraz że silniejsze jeszcze przyciąganie istnieje między tlenem i węglem, skutkiem którego przy sprzyjających okoli-

cznościach, tlen opuszcza żelazo i wchodzi w związek z węglem.

Mamy tu więc nową tajemnicę przyrody, nową *siłę przyciągania* — chemiczną, a ponieważ obecnie siły przyciągania właśnie zajmują naszą uwagę, zobaczymy przeto, o ile ta nowa różni się od wszystkich poprzedzających.

XIV. Jak się tajemne siły przyrody różnią.

Jeżeli rozumowo i loicznie mamy postępować, to przy rozważaniu nowo następującej się siły, musimy jeszcze raz rzucić okiem na wyżej przytoczone, aby szczególne własności ostatniej łatwiej pojąć i lepiej ocenić.

We wszystkich massach stałych istnieje siła przyciągania, którą pojedyncze atomy spaja pomiędzy sobą, utrzymuje w związku i niepozwała im rozlecić się. Kawalek żelaza, ołowiu lub jakiegokolwiek zresztą stałej materji, jest dla tego tylko mniej lub więcej ścisły i twardy, że pomiędzy wszystkimi drobnymi cząsteczkami, istnieje pewna siła związkowa. Pomimo to jednak, cząsteczki te jak wiemy, nie leżą na sobie tak, aby ich poruszyć nie było podobna, ponieważ żelazo, ołów lub inne jakie ciało stałe, skutkiem ciśnienia, może przyjąć znacznie mniejszą objętość. Dla tego też musimy

przyjąć, że cząsteczki nie leżą na sobie, lecz utrzymują się w pewnej odległości, czyli że się wzajemnie przyciągają.

Lecz obok tego przyciągania jest zarazem w atomach, jakieśmy to już poprzednio starali się okazać druga siła, odpychająca. Skoro bowiem żelazo naraz za mocno ściśniemy, a następnie usuniemy ciśnienie, to ono natychmiast rozszerza się i powraca do dawniej objętości. Należy więc z tego wnosić, że przyciąganie w atomach istnieje tylko do pewnej granicy i gdy atomy siłą po za tę granicę do siebie zbliżymy, zjawia się pomiędzy nimi odpychanie, tak że zawsze w pewnej odległości pozostać muszą.

Jest to więc pierwszy rodzaj tajemnego przyciągania, połączony razem z tajemnem odpychaniem.

Następnie poznaliśmy drugą siłę przyciągania, działającą w wielkich odległościach, to jest tę, która istnieje między ciałami niebieskimi, pomiędzy gwiazdami, planetami, ziemią i widzieliśmy, że wszystkie w ogóle massy siłę tę posiadają, która wprawdzie z odległością słabnie, ale nigdy tak, aby zupełnie stała się nieczynną. Co do tego przyciągania, nie znamy przykładu, aby z jakimkolwiek odpychaniem miało być połączone. Siła więc ta, której przyczyna jest dla nas równie wiel-

ką tajemnicą przyrody, widocznie się od pierwszej odróżnia.

Widzieliśmy dalej, że magnesy obdarzone są przyciąganiem, do pewnego stopnia nie różniącym się od przyciągania mass, lecz siła magnetyczna w istocie swojej jest znowuż czemś zupełnie odmiennem. Posiada ona biegunowość, czyli szczególną własność będącą powodem, że w ciałach magnetycznych następuje rozdział siły na dwa kierunki. Igła magnesowa jak i każde magnetyczne ciało posiada dwa bieguny i szczególnym sposobem w dwóch oddzielnych magnesach bieguny odpowiednio zawsze się odpychają, gdy przeciwne natomiast, zawsze wywierają na siebie przyciąganie.

Wiele podobieństwa do siły magnetycznej posiada znowu elektryczna, gdyż dzieli się również na przyciąganie i odpychanie. Lecz wielka zachodzi różnica pomiędzy magnetyzmem a elektrycznością, ponieważ biegunów magnesu żadnym sposobem nie można od siebie oddzielić i n. p. przygotować igłę, któraby w całej długości była tylko północno lub południowo magnesową, podczas gdy elektryczność, rozdziela się z całą łatwością i każde dowolne ciało możemy naelektryzować dodatnio lub ujemnie, podług woli. Drugą szczególną różnicą magnetyzmu od elektryczności jest

jeszcze to, że magnetyzm siedzi niby przyrosły do pewnych ciał i z nich odebrać i na inne przenieść się nie da, gdy tymczasem elektryczność, możemy bez najmniejszych trudności nagromadzać, zbierać, przechowywać, przesyłać z jednego ciała w drugie, przeprowadzać przez tysiące mil nawet, zupełnie tak, jak gdybyśmy mieli do czynienia z jakąś materyą, którą można przelewać z jednego naczynia w drugie i długimi rurami przesyłać gdzie się nam spodoba.

Wszystkich tych własności, któremi się różnią powyżej wspomniane tajemne siły przyrody, siła chemiczna tak dobrze jak wcale nie posiada.

Polega ona również na przyciąganiu, ale ono jest tak szczególnem i posiada tak stałe właściwe prawa, iż na pierwszy rzut oka, wydaje się jak gdyby z poprzednimi nie miało żadnego związku. Otoż te różnice właśnie chcemy obecnie bliżej rozpoznać, a następnie przejść do praw, które nauka tajemnicom chemii wydrzeć zdołała. I zobaczymy, że te prawa znowu torują drogę, która badawczy umysł ludzki do poznania ogólnych przyrodzonych tajemnic prowadzi.

XV Szczególne cechy chemicznej siły.

Zadziwiająco przyciąganie chemiczne już tem bardzo widocznie różni się od wszystkich dotych-

czasowych sił, że siłom tym właśnie niejako przeciwdziała.

Żelazo jak widzieliśmy łączy się z tlenem czyli pomiędzy żelazem i tlenem zachodzi rodzaj przyciągania. Przyciąganie to sprawia, że stałe atomy żelaza rozsypują się i każdy bierze dla siebie część tlenu, aby nowe ciało utworzyć. Kawalek więc żelaza, który znaczną siłą zaledwie zdołaliśmy rozdzielić, bo atomy jego mocno trzymały się wzajemnie, rozpada się teraz dobrowolnie przechodząc w rdzę, co znaczy nic innego, jak tylko że przy sprzyjających okolicznościach, tlen weisnął się pomiędzy atomy i rozdzielił je od siebie.

Stąd można by wyciągnąć wniosek, iż żelazo tak silnie przyciąga tlen, że w niem samym siła przyciągająca atomów od tego ginie. Lecz jak dziwnie wydaje się to wielkie chemiczne przyciąganie, gdy żelazo pociągniemy warstewką łożu, lub czemkolwiek bądź innem niedopuszczającym tlenu; natenczas metal, Bóg wie jak długo niezmiennym pozostanie. Z tego wypada, że przyciąganie chemiczne jest nietylko różnej natury od przyciągania atomów ciał stałych, ale że również musi być odmiennem od przyciągania mass, gdyż to ostatnie działa także jak wiemy i w znacznych odległościach.

Dla łatwiejszego zrozumienia wybraliśmy rdzę

żelazną za przykład chemicznych przyciągań, bo zdaje nam się, że wszyscy na świecie związek ten znają. Lecz istnieje bardzo wiele materji, na których zawsze zjawisko to moglibyśmy sprawdzić. Szczególniej też znanym jest metal z wéjrzenia srebrzysty, nazwany *potasem*, który posiada tak silny pociąg do łączenia się z tlenem, iż niéma innego sposobu przechowania go, jak tylko w olejku skalnym, jako tlenu nie zawierającym. Pomimo jednak że potas i tlen przyciągają się z tak niezmierną siłą, napróżno staralibyśmy się szukać ich zobopólnego zbliżenia, gdy na włos tylko są od siebie oddzielone. Gdybyśmy napełnili n. p. jedną kulkę szklaną potasem, a drugą tlenem i umieścili obie w przestrzeni pozbawionój powietrza, to bez względu na przyciąganie pierwiastków, kule wcale się nie przysuną, ponieważ przyciąganie chemiczne w najmniejszych już odległościach nie działa.

Widzimy przeto, że siła chemiczna musi być zupełnie innój natury jak przyciąganie mass.

Tembardziej jeszcze różni się przyciąganie chemiczne od magnetycznego; o magnetycznym bowiem wiemy przedewszystkiem, że ono podobnie jak przyciąganie mass działa z odległości, co znowuż przy chemicznem, całkiem miejsca niéma. Dalej przyciąganie chemiczne nie ma żadnej biegunowo-

ści to jest nie rozdziela ciał na bieguny, jak to czyni magnes. Wreszcie, nie posiada ono własności udzielania się i kiedy sztabka żelazna w jednym końcu namagnesowana, okazuje magnetyzm w całej długości, to związek chemiczny może najwyborniej w jednem miejscu następować, podczas gdy wszystkie inne bez zmiany pozostaną.

Jeszcze więcej zdaje się różnić przyciąganie chemiczne od tego, jakie elektryczność okazuje. Podczas gdy elektryczność z łatwością przenosi się z miejsca na miejsce i w całym znaczeniu słowa jest najruchliwszym elementem wszechświata, czynność chemiczna nie oddala się stąd gdzie zachodzi i niczem nie da się przenieść gdzie indziej. Napróżno staralibyśmy się naczynie w którem jakiś proces chemiczny ma miejsce, łączyć drutami lub czem bądź innem z drugim naczyniem, aby w niem tożsamo lub podobne działanie wywołać, bo to się nie uda.

Lecz obok tak wyraźnych różnic, istnieje także bardzo ściśle podobieństwo pomiędzy temi siłami, jak to później zobaczymy. Nateraz jednak, dla poznania faktów, musimy siłę działającą w chemii uważać w szczególnych jej własnościach i po kilku uwagach przejdziemy natychmiast do głównych praw, jakie tą nauką rządzą.

Przy wszystkich prawie siłach natury co nas zajmowały w poprzednim tomiku, obok przyciągania, istniało także pewne odpychanie, w chemii zaś przypadek ten niema miejsca. Siła z jaką jeden pierwiastek przyciąga drugi, z którym chce się połączyć, musi być bardzo wielka. Wielkości jej nie potrafimy wprawdzie ocenić bezpośrednio, lecz objawia się ona wyraźnie w tém, że siła chemiczna jest w stanie wyprowadzić metale z najtwardszego ich stanu skupienia, aby pojedyncze atomy wprowadzić w związek chemiczny. To zniszczenie twardości w rdzewiejącem żelazie, odbywa się bardzo powoli, ale spróbujmy tylko włożyć garstkę gwoździów do wody zawierającej nieco kwasu siarczanego, a zobaczymy, że żelazo rozpuści się bardzo prędko. Rozpuszczenie tutaj polega również na chemicznym przyciąganiu i ta siła przyciągania nie musi być małą, kiedy gwoździe, które zaledwie możemy w palcach przełamać, łatwo i prędko znikają. Pomimo jednak tak silnego przyciągania, nie zdołano jeszcze wynaleźć chemicznego odpychania. Podczas gdy wszędzie w naturze daje się napotykać siła i zaraz druga jej przeciwna, w chemii zdaje się to nie zachodzić, przynajmniej wszystkie zjawiska objaśniają się dobrze samem

przyciąganiem, tak że nie ma potrzeby nigdzie przypuszczać odpychania.

XVI. Główne własności siły chemicznej.

Chcąc mieć jasne wyobrażenie o szerególnych własnościach chemicznego przyciągania, należy na następujące punkta głównie zwrócić uwagę:

Po pierwsze: że chemiczne przyciąganie jest siłą wszystkim bez wyjątku ciałom właściwą.

Po drugie: że każde pojedyncze ciało ma wprawdzie popęd do łączenia się z innemi, ale popęd nierówny, tylko stosownie do tych innych ciał rozmaity.

Po trzecie: że pierwotne przyciąganie ginie zupełnie, skoro związek chemiczny nastąpi i z dwóch ciał pewne nowe powstanie.

Po czwarte: że przy ściśłym poszukiwaniu, wykryto dziwne stosunki pomiędzy związkami, które do tego prowadzą, że wszystkie chemiczne połączenia najrozmaitszych pierwiastków, polegają na jednej i téjże saméj zasadzie.

Zastanówmy się teraz nad powyższemi słowami, aby dobrze wyrozumieć, co one znaczą i uniknąć niepewności.

Otóż powiedzieliśmy, że chemiczne przyciąganie jest tajemną siłą wszystkim na świecie ciałom właściwą i rozumiemy to w ten sposób:

Wszystko co na świecie spostrzegamy: drzewo, kamienie, rudy, piasek, wapno, ziemia, sole, woda, powietrze, rośliny, zwierzęta, jednym słowem, wszystko co nam tylko pod zmysły podpada, badane było chemicznie. Tym sposobem znaleziono, że te różne i przeróżne, ale wszystkie bez wyjątku rzeczy, składają się z sześćdziesięciu około ciał prostych, nazwanych chemicznymi pierwiastkami. Cała natura, utworzona jest z tych sześćdziesięciu pierwiastków. Są więc one niejako cegiełkami całego stworzenia, a siła chemiczna jakby budowniczym, który z cegiełek tych cały świat złożył.

Jeżeli też samą myśl zechcemy wyrazić innemi słowami, dla utworzenia jaśniejszego jeszcze obrazu, to można powiedzieć: że Bóg słowem swoim potrzebował tylko stworzyć sześćdziesiąt ciał prostych i obdarzyć je siłą chemiczną, a reszta czyli świat cały jak dziś wygląda, mógł już powstać sam z siebie.

Otóż te sześćdziesiąt ciał prostych, których wymienienie znajdziemy w każdym dziele chemicznem, poddano badaniu pod względem ich wzajemnego chemicznego przyciągania. Najpospolitsze z nich są: tlen, azot, wodór, węgiel, siarka, fosfor, krzem (silicium, pierwiastek składowy krzemienia, piasku i t. d.) oraz cały szereg metali codziennie

prawie w życiu praktycznym napotykanym, jak: cy-
na, żelazo, cynk, ołów, miedź, srebro, złoto i t. d.

Jeżeli teraz powiemy, że istnieje chemiczne przy-
ciąganie pomiędzy temi ciałami, to należy to w na-
stępujący sposób rozumieć. Każdy z tych pier-
wiastków n. p. tlen, może się przy sprzyjających o-
kolicznościach połączyć ze wszystkimi innemi.
Tlen więc łączy się z azotem i tworzy kwas azot-
ny, z wodorem tworzy wodę, z węglem — kwas
węglany, z siarką—kwas siarczany i tak dalej, dość
że w pewnych okolicznościach wchodzi on w zwią-
zek ze wszystkimi ciałami prostemi, wydając z
każdym inny związek.

Ta siła łączenia widocznie nie leży tu w samym
tlenie, ale i w innych pierwiastkach, które się z
nim chemicznie łączą. Po prawdzie więc nie mo-
żemy powiedzieć, że tajemne przyciąganie, skut-
kiem którego następują związki chemiczne, istnie-
je w samym tlenie, lub też wyłącznie w innych pier-
wiastkach, wyraża się ono najwłaściwiej przez
stosunek zachodzący pomiędzy tlenem a każdym
innym pierwiastkiem. Tajemna siła leży w oby-
dwóch, albo właściwiej, we wzajemnem zachowaniu
się ich względem siebie.

Że zaś przy każdym z sześćdziesięciu pierwiast-
ków ten przypadek ma miejsce, słusznie więc mo-

żna powiedzieć, że w każdym ciele prostem, czynną jest pewna siła, która go w chemiczny związek wprowadza, jak tylko drugie się nawinie. A że wszystkie rzeczy na świecie składają się z tych sześćdziesięciu pierwiastków, wynika więc stąd, że szczególna tajemna siła chemiczna tkwi we wszystkim, we wszystkim też objawić się może i istotnie objawia.

Ona to właśnie sprawia, że ziemskie przedmioty są nietrwałe, prędko zmieniają się i starzeją, ona wznosi i obala, tworzy i rozkłada. Wszystko co w życiu zwyczajnem zowiemy rdzewieniem, zgryzieniem, spaleniem, rozpadaniem, próchnieniem, gniciem, obumieraniem, przemianą, znikaniem jest tylko skutkiem chemicznych przekształceń, albo właściwiej, skutkiem chemicznego przyciągania, które objawia się i ukształtowane rzeczy przemienia. Lecz niemniej też wszystko, co nazywamy: powstawaniem, rozwijaniem, kiełkowaniem, wzrastaniem i t. d., jest również skutkiem siły chemicznej, nieustannie czynnej we wszystkim co widzimy pod słońcem.

Łatwo z tego rozpoznać, że tajemna siła chemiczna, odgrywa najgłówniejszą rolę na świecie, że ona wszystkich przemian dokonywa: słuszna więc, aby się nad nią i nad jej prawami nieco zastanowić.

Staraliśmy się dotąd wyjaśnić, że chemiczne przyciąganie, jest siłą właściwą wszystkiemu na świecie, teraz spróbujemy okazać, jak szczególną i dziwnie rozmaitą jest ta siła, przy rozmaitych pierwiastkach.

XVII. Powinowactwo chemiczne.

Skorośmy już dowiedli, że tajemna siła chemiczna istnieje we wszystkich ciałach prostych, co możemy jeszcze stwierdzić przytoczeniem, że niema takiego ciała na świecie, któreby nie było zdolnem do połączenia się z drugim, jeśli tylko to drugie będzie dlań odpowiedniem, to zastanówmy się teraz, jak siła ta w różnych pierwiastkach jest rozmaitą i jak właśnie z téj przyczyny powstają najrzadsze i najdziwniejsze połączenia i znowuż jak z tych połączeń, wychodzą rzeczy najmniej oczekiwane.

Pomiędzy jakimikolwiek dwoma pierwiastkami chemicznymi, zawsze chemiczne przyciąganie ma miejsce, ale moc tego przyciągania jest nadzwyczajnie zmienną.

Wspomnieliśmy już, że żelazo ma wielki popęd do łączenia się z tlenem i tworzenia rdzy. Pomiędzy żelazem więc i tlenem, zachodzi jakby pewien rodzaj miłości, która je zmusza do wejścia w szczególne małżeństwo i utworzenia rzeczy zupełnie no-

wój. Lecz istnieją materye, których powinowactwo do tlenu jest jeszcze większem, czyli, jeśli znowu mamy się obrazowo wyrazić, które jeszcze chętniej wchodzą z tlenem w związek małżeński, a chęć ta jest niekiedy tak wielką, że pewne ciała w danych okolicznościach mogą zabrać tlen z rdzy, połączyć się z nim i żelazo wydzielić, czyli istniejący poprzednio związek zakłucić.

Mówiliśmy już, że to właśnie w wielkich piecach zachodzi. Skoro rudę pomieszają z węglem i ostatni zapalą, to wzbudzi się tak silna miłość pomiędzy tlenem rdzy czyli rudy, a gazem powstającym z płonącego węgla, że rdza ulegnie rozkładowi. Tlen opuści dotychczasowego towarzysza żelazo, i wejdzie w nowe małżeństwo z powstającym gazem, a żelazo odejdzie wolne i samo z pieca wycieknie.

Z tego widzimy, że przyciąganie chemiczne pomiędzy tlenem i węglem jest w pewnych okolicznościach n. p. w wysokiej temperaturze większe, niżeli pomiędzy tlenem a żelazem. Istotnie można żelazo od rdzewienia uchronić, otoczywszy je suchym drobno sproszkowanym węglem. Silniejsza jeszcze miłość zachodzi między tlenem a metalem potasem, jakieśmy już o tém mówili. Tak, miłość owa jest do tego stopnia wielką, że potas nie można wcale wystawiać na powietrze, gdyż w przeciwnym

razie w bardzo krótkim czasie, już srebrzysty metal przez połączenie z tlenem powietrza, zamieni się na białą kruchą masę, nazywaną potażem, i jeśli ten nowy związek nie będzie zachowany od przystępu powietrza, to wkrótce zwilgotnieje i rozpułynie się, jak zmoczony cukier.

Chcąc mieć jasne wyobrażenie o przyciąganiu, jakie pomiędzy chemicznymi ciałami ma miejsce, należy sobie wystawić, że ono zawsze między dwoma tylko zachodzi. Przy sprzyjających okolicznościach z dwóch pierwiastków powstaje nowe ciało, które często niema najmniejszego podobieństwa z temi, co je złożyły. Ale siła przyciągania niezawsze równą jest przy wszystkich pierwiastkach i pomiędzy dwoma z nich istnieje raz silniejsze, drugi raz słabsze powinowactwo.

Później zastanowimy się nad przyczyną tego zjawiska, aby sobie tę szczególną własność ciał nieco rozjaśnić, obecnie zaś, weźmiemy tylko pod uwagę wszystkie dziwne rzeczy, jakie z połączeń dwóch pierwiastków powstają,

Mówiliśmy już, że z połączenia chemicznego tlenu z azotem powstaje kwas azotowy (saletrzan) jak również, że tlen z wodorem tworzy wodę.

Co to jest woda? Wiemy dobrze, że wszystka na świecie czy to twarda czy miękka, studzienna, rze-

czna czy deszczowa, jest niczem innym jak tylko połączeniem dwóch gazów wodoru i tlenu. Wielu także niezawodnie zna kwas azotny, jestto bardzo gryzący rozciek nadzwyczaj kwaśnego smaku, tak, że parę jego kropli są w stanie całą szklanę wody zakwasić. Prawie wszystkie metale dadzą się w nim rozpuścić. Mała ilość waty zanurzona w kwasie azotnym choćby na jedną sekundę, wyda powszechnie znaną bawełnę strzelniczą. Można ją później godzinami moczyć i wymywać, a po wysuszeniu zawsze pozostanie nadzwyczaj palną, płonąca silniej od prochu za przyłożeniem iskiejki ognia. Widocznie przeto kwas azotny musi być zupełnie czem innym od wody.

Powiedzieliśmy jednak, że w obu, to jest tak w wodzie jak i w kwasie azotnym, jedna część składowa jest wspólną. Odróżniają się więc tylko drugimi pierwiastkami to jest tem, że w wodzie drugą część składową stanowi wodor, a w kwasie azotnym azot. Zważywszy jak woda jest łagodną i niewinną, a kwas azotny gryzący i palący, możnaby łatwo wpaść na myśl, że ta różnica charakterów musi pochodzić od wodoru i azotu. Zdawałoby się powiadać, że wodor czyni wodę tak łagodną i niewinną, podczas gdy azot sprawia, że kwas azotny działa tak silnie i niebezpiecznie. Lecz tak nie jest.

Kto się chce o tem przekonać, niech pomyśli co-by musiało powstać z połączenia wodoru i azotu. Nie wtajemniczony zapewne przypuści, że stąd wyjdzie jakiś rodzaj wodnistego kwasu azotnego, lub coś przynajmniej podobnego, jakaś rzecz na pół szkodliwa; lecz niech kupi w aptece choćby tylko dla zabawki, za parę groszy amoniaku i niech powącha, a przekona się, że pierwiastki które miał już honor poznać w wodzie i kwasie azotnym, wydają rzecz całkiem odmienną.

Następne uwagi nad tym łatwym i zrozumiałym przykładem, udzielą nam ciekawego poglądu o tajemnicach pierwiastków i ich połączeń.

XVIII. Jak dziwne często są wypadki chemicznych połączeń.

Kto się zastanowi jak z trzech chemicznych pierwiastków: tlenu, wodoru i azotu, trzy dziwne płyny można wyrobić, które między sobą nie mają żadnego podobieństwa, ten niezawodnie przyzna, że tu istnieje tajemnica szczególnego rodzaju.

Tlen i wodor w połączeniu chemicznem wydają wodę, lecz ani tlen ani wodor, nie ma najmniejszego do wody podobieństwa. Oba są gazami, z których jeden—tlen, z każdym oddechem wciągamy, drugi — wodor, zapalony wydaje nadzwyczajne go-

rać. Jeżeli dwa pecherze napełnimy jeden tlenem a drugi wodorem, i następnie będziemy wypychać z nich gazy cienkimi rurkami i to tak, aby się strumienie krzyżowały, to należy tylko wodór zapalić przez przyłożenie ognia, a w miejscu przecięcia, otrzymamy najwyższe gorąco, jakie dotychczas otrzymać zdołano. Mieszalinę taką nazywają gazem piorunującym i w jej słabo świecącym płomieniu, nietylko szkło jak wosk mięknie, ale i najtwardsza stal pali się tak żywo, że iskry na wszystkie strony rozruca. A przecież z połączenia chemicznego tych dwóch gazów, powstaje tylko woda najzwyczajniejsza w świecie, która się nie pali, nie utrzymuje palenia, a nawet przeciwnie, do gaszenia ognia bywa używaną.

Tlen i azot są gazami i to temi właśnie, które składają powietrze służące nam do oddychania. Całe powietrze co ziemię otacza i wszystko napełnia, które mamy w sobie i na sobie, złożone jest z czterech części azotu i jednej tlenu. Na szczęście, oba gazy w powietrzu nie są w połączeniu chemicznym, inaczej powietrze zamieniłoby się na nadzwyczaj gryzący płyn, byłoby kwasem azotowym, wszystko niszczącym. Jeżeli powietrze nabędzie kiedykolwiek takiego stanu, któryby spowodował połączenie chemiczne gazów składowych,

natenczas ziemia zalaną zostanie oceanem kwasu azotnego i wszystko życie i byt na niej zginie. Z tego już łatwo pojąć, jaka różnica zachodzi, gdy dwa pierwiastki są tylko pomieszane, jak to w powietrzu ten przypadek ma miejsce, lub też gdy są połączone chemicznie, jak w kwasie azotnym. Bez wątpienia, dziwną jest siła, która dwa tak nieszkodliwe, a nawet tak ważne dla życia pierwiastki, zamienia na kwas azotny, nic nie posiadający wspólnego ze swemi składowemi częściami.

Wziąwszy jedną część składową wody wodor i jedną część składową kwasu azotnego—azot, wprowadźmy je w połączenie chemiczne, a otrzymamy amoniak, który właściwie także jest gazem przenikającego zapachu, prawdziwie nieznośnym, nawet wtedy, gdy już wodą znacznie jest osłabiony, jak w amoniaku kupnym. Biję on silnie w nos, albo raczej drażni nerwy powonienia do tego stopnia, że niejednemu za powąchaniem, przez chwilę łzy z oczu ciekną.

Gdy do tego zaręczymy, że amoniak posiada własności wręcz przeciwne kwasowi azotnemu, to łatwo będzie ocenić, że siła chemiczna jest czemś bardzo szczególnem. Tworzy ona z połączenia pierwiastków rzeczy całkiem nowe i od tych pierwiastków odmienne, bo nawet mieszanina wodoru

z azotem nie jest zabójczą w oddychaniu i żaden z tych gazów, jak również i mieszanina ich, zapachu nie posiada.

Jeżeli zasłonę pokrywającą chemię zapagniemy nieco uchylić, to potrzeba zwracać uwagę nie tylko na to, cośmy już powiedzieli, to jest na większe lub mniejsze powinowactwo pomiędzy pierwiastkami mającemi się połączyć, ale jeszcze i na okoliczności przy których połączenie staje się możliwem, bo od nich zależy często najgłówniej bieg processu.

W następnym rozdziale zastanowimy się właśnie nad powinowactwem i przytoczymy niektóre okoliczności niezbędne, aby siłę chemicznego przyciągania w czynność wprawić, obecnie powiemy tylko o kilku uderzających faktach, dla okazania jak dziwne nieraz zmiany sprowadza siła chemiczna.

Wiemy już, że azot jest sobie pierwiastkiem bardzo niewinnym; o węglu wiemy też samo, gdyż węgiel jako pierwiastek chemiczny nieróżni się od zwykłego, tymczasem połączenie azotu z węglem, wydaje gaz bardzo trujący zwany *cyanem*. Gdy do tego przyłączy się jeszcze wodor, sam przez się wcale nieszkodliwy, powstanie najokropniejsza ze znanych trucizna: *kwasi pruski*. Jeżeli jednak otrutemu zdążymy natychmiast dać amoniaku, to ratunek jest jeszcze możliwym, chociaż amoniak zło-

żony jest z azotu i wodoru, które również są częściami składowemi kwasu pruskiego.

Niszcząca siła chloru ogólnie jest znaną, a przy teraz używanym sposobie bielenia chlorem, mamy dużo na to dowodów. Oddychanie chlorem działa zabójczo. Dalej *sod* jest metalem, którego kawałek połknięty truje, a dwie te szkodliwe rzeczy: chlor i sod w połączeniu chemicznem wydają sól kuchenną, której codziennie nie mało zużywamy i która tak wiele przyczynia się do żywienia! Połączenie więc chemiczne, zamienia rzeczy szkodliwe na nieszkodliwe.

XIX. Okoliczności przy których następuje przyciąganie chemiczne.

Wiedząc, że tajemna siła chemicznego przyciągania istnieje we wszystkich materyach i że pomiędzy dwiema z nich, jest rozmaity pod względem mocy, że n. p. pomiędzy potasem i tlenem chemiczne przyciąganie nadzwyczaj silnie działa, gdy pomiędzy żelazem a tlenem już jest słabsze, a pomiędzy srebrem a tlenem jeszcze bardziej. Wiedząc to wszystko, możnaby sądzić że z łatwością da się ułożyć szereg, okazujący jakie powinowactwo zachodzi pomiędzy tlenem a wszystkimi innymi pierwiastkami.

Szereg taki mógłby się zaczynać od pierwiastku, który najmniej ma chęci do łączenia się z tlenem. Następnie z kolei szłyby pierwiastki coraz chętniej się łączące, aż do tych, których pociąg do tlenu jest bardzo wielki. Zamykałby go zaś potas, bo jak powiedziano, ma on najsilniejsze do tlenu powinowactwo.

Przypuściwszy, że możnaby istotnie szereg taki ze ścisłością ułożyć, to posiadalibyśmy tablicę wykazującą siłę chemicznych związków tlenu z innymi pierwiastkami. Każdy niezawodnie spostrzeże, że tablica podobna byłaby bardzo ciekawą i uczającą.

Lecz pomimo wielkiej pracy i zachodów, tablica taka ściśle ułożyć się nie dała, gdyż połączenie chemiczne tlenu z jakimkolwiek pierwiastkiem, zależy nietylko od czynnej w nich siły przyciągania, ale jeszcze od *okoliczności*, w jakich pierwiastki te spotykają się z sobą. Przykład, któryśmy już raz przytoczyli, okaże bardzo jasno, co tu mamy na myśli.

Otóż przypominamy raz jeszcze ten fakt ogólnie znany, że żelazo bardzo łatwo rdzewieje, czyli że chętnie łączy się z tlenem powietrza. Każdy niezawodnie wie z własnego doświadczenia, że w wilgotnym powietrzu rdzewienie postępuje szybko

n. p. w piwnicy, podczas gdy nóż w suchym pokoju może parę tygodni przeleżeć, a rdza jeszcze nań nie padnie. Widzimy już z tego, że obecność wilgoci powietrza bardzo wpływa na podwyższenie powinowactwa pomiędzy żelazem a tlenem. Lecz wiemy także, że wystawiając rdzę wraz z węglem na wysoką temperaturę w wielkich piecach, otrzymamy czyste żelazo, bo tlen rdzy połączy się z węglem i utworzy kwas węglany. Można by więc sądzić z powyższego, że tlen ma większy pociąg do węgla, aniżeli do żelaza; lecz tak nie jest. Zależy to bowiem od okoliczności.

Kawałek węgla może Bóg wie jak długo leżeć w powietrzu, a w związek z tlenem nie wejdzie, gdy tymczasem kawałek żelaza dosyć prędko rdzewieje; ale umieściwszy węgiel w wysokiej temperaturze, tak aby począł się żarzyć, połączenie jego z tlenem następuje niezwłocznie. Zamienia się on na kwas węglany z największą w świecie łatwością.

Węgiel ma więc popęd do łączenia się z tlenem, lecz do tego potrzeba wysokiego gorąca, musi on naprzód rozpaść się, czyli nieodzownymi są tu okoliczności, aby powinowactwo węgla do tlenu sprowadzić, co przy żelazie niema miejsca.

Możeby kto chciał z tego wyciągnąć wniosek, że powinowactwo chemiczne od gorąca zawsze

wzrasta, lecz to znów byłoby nieprawdziwem, bośmy widzieli, że właśnie wysoka temperatura wielkich pieców, związek pomiędzy żelazem a tlenem znosi, a więc osłabia nie wzmacnia.

Aby się przekonać całkowicie, jak bardzo przyciąganie chemiczne zależy od okoliczności, przypomnijmy sobie, że w fabrykach prochu, drobno sproszkowany i nagromadzony w kupy węgiel, często sam przez się sprowadza ogień i bywa przyczyną wielkich pożarów. Wypadek ten następuje li tylko przez przyciąganie tlenu, który przez każdy pyłek węglowy jest wsysany, w każdym zgęszczany, przez co powstaje wysokie ciepło. Przy tych bezpośrednich zapaleniach, giną całe kupy węgla w płomieniach, zamieniając tlen powietrza na kwas węglany.

Już samo to porównanie żelaza i węgla w stosunku do tlenu dowodzi, że musi być pewna trudność w stanowczem wyrokowaniu, który pierwiastek ma większe do tlenu powinowactwo, gdyż oprócz samego przyciągania chemicznego, mają bardzo wielkie znaczenie okoliczności przy których połączenia następują, a okoliczności, te są niekiedy tak różne, że ich wcale z sobą nie można porównać.

Pomimo jednak tych wszystkich trudności i przeszkód, jakie stawiają okoliczności, nauka

nie zraziła się i tablice powinowactwa istotnie ułożyła na próbę, gdyż tablica taka ma swoją wielką wagę, jakto później jeszcze okazemy.

Gdy zwrócimy pilną uwagę na pojedyncze okoliczności, przy jakich połączenia chemiczne zachodzą, to wykaże się mniej więcej stan, w który muszą być wprowadzonymi pierwiastki chemiczne, aby przejawilo się silne powinowactwo i dlatego rozberzemy tu niektóre przypadki, gdyż one właśnie są w stanie rzucić pewne światło na tajemnice przyrody.

Wiemy już, że żelazo prędzej rdzewieje w powietrzu wilgotném, niż w suchém, to znaczy, że powinowactwo tlenu do żelaza podwyższa wilgoć. Nietylko więc przyciąganie pierwiastków, ale i stan w jakim się znajdują, wpływa na mający nastąpić związek.

Wiemy dalej, że węgiel wciąga wprawdzie gazy, ale nie zawsze łączy się z niemi chemicznie, tymczasem węgiel zapalony czyli ogrzany, natychmiast łączy się z tlenem, wydając kwas węglany. Tu więc wilgoć niema żadnego współdziału, a natomiast ciepło głównie związek ułatwia.

W bardzo wielu przypadkach, aby połączenie chemiczne nastąpiło, musimy przynajmniej jeden pierwiastek użyć w stanie rozcieku. Często dla

otrzymania tegoż samego wypadku, należy ciepło podwyższyć a nie rzadko także, podwyższenie ciepła sprowadza rozkład chemicznego połączenia na pierwiastki.

Szczególnym i dziwnym jest wpływ słonecznego światła na pewne chemiczne związki, szczególnież te, w których znajduje się chlor lub jod. Chlor posiada własność niszczenia kolorów, i dla tego do bielenia płócien bywa używanym, którą to czynność dawniej uskuteczniano działaniem światła słonecznego. Już to samo okazuje, że światło słoneczne zmienia chemicznie pierwiastki, gdyż w działaniu zachowuje się podobnie jak chlor, to jest pierwiastek chemiczny. Skoro badania nowszych czasów okazały dość pewno, że światło słoneczne nie jest rodzajem materji, którąby słońce na całą przestrzeń rozsyłało, lecz tylko *zjawiskiem*, mającem swą przyczynę w słońcu, to działanie światła na pierwiastki chemiczne, może być objaśnione przypuszczeniem, że światło wprowadza materje chemiczne w szczególny stan, który znów wpływa na istniejący związek. Przed niewielką laty bardzo mało wiedziano o tém działaniu światła na chemiczny stan pewnych pierwiastków; bielenie tylko płótna na słońcu było ogólnie znanym faktem, dziś jednak wszędzie napotkać można dogerotypy i fotografije, a tym samym

na każdym kroku mamy dowody działań chemicznych słońca, bo cała sztuka przygotowywania słonecznych obrazów, jest czysto chemiczną czynnością.

Bardzo ciekawą jest jedna jeszcze okoliczność, okazująca jak dziwnym niekiedy musi być stan pierwiastków, jeżeli one mają się połączyć chemicznie.

Są materye, które wtedy tylko wprowadzić można w związek chemiczny, gdy z innego połączenia wychodzą. Jeżeli właśnie w chwili wychodzenia, spotkają pierwiastek w odpowiedniej formie, to łatwo i prędko łączą się z nim chemicznie, lecz jeżeli po uwolnieniu ich pewien czas upłynie nim znajdą sposobność połączenia się, natenczas popęd do związku ustaje. Za przykład może tu służyć powstawanie kwasu azotnego i amoniaku, a nawet w wielu razach powstawanie wody.

Kwas azotny składa się, jak wiemy, z tlenu i azotu. Tlen z natury swojej jest bardzo skłonny do tworzenia związków, lecz azot natomiast okazuje się niesłychanie obojętnym w tym względzie, co zresztą jest dla nas wielkiem dobrodziejstwem, bo inaczej, powietrze złożone z azotu i tlenu, zamieniłoby się na kwas azotny. Gdy jednak zajdzie potrzeba kwasu azotnego, co obecnie często ma miej-

sce, to należy czekać chwili, w której jakaś zmiana chemiczna wyłączy azot z poprzedniego związku. W tej więc chwili, wprowadziwszy tlen w działanie, azot połączy się prędko i bez żadnych trudności.

To wyłączanie pierwiastku, aby go natychmiast w nowy związek wprowadzić, ma miejsce w wyższym jeszcze stopniu przy wyrabianiu amoniaku. Amoniak złożony z wodoru i azotu, powstaje tylko wtedy, gdy z jednej strony wodor, a z drugiej azot wyłączamy z ich dawniejszych związków, i uwolnione bez straty czasu zbliżamy. Trzeba je więc wspólnie wydobywać, gdyż jedynie w tej chwili łatwo się łączą.

Woda również składająca się z wodoru i tlenu, nie powstanie, gdy oba gazy pomieszamy tylko; natomiast, tworzy się w niezliczonej liczbie chemicznych processów, gdy pierwiastki ją składające, w chwili wychodzenia z innych połączeń, spotykają się wzajemnie.

Widocznie przyczyną wszystkich tych stanów, jest znów tajemnica sprowadzająca chemiczne związki i rozkłady i nie bezzasadnie liczymy ją do tajemnych sił przyrody.

XX. Szereg wykazujący powinowactwo chemiczne.

Skorośmy już poznali pewne okoliczności niezaprzeczonego wpływu na połączenia chemiczne, ka-

ždy pojmie, jak wielka zachodzi trudność w oznaczeniu: czy ten lub ów pierwiastek łatwiej się z trzecim łączy, czyli w ułożeniu tablicy siły chemicznych przyciągań.

Pomimo to jednak, nauka wsparta na doświadczeniu doszła już tak daleko, że siłę powinowactwa pomiędzy każdymi dwoma pierwiastkami przybliżenie oznaczyć pozwala.

Wziąwszy znów tlen za pierwszy z pierwiastków, (gdyż on łączy się ze wszystkiemi innemi, i w naturze tak wielką rolę odgrywa), postawmy go na czele szeregu. Otoż wiadomo obecnie, że tlen nie ma prawie wcale powinowactwa do chloru. Chętniej już nieco łączy się z siarką, wydając z nią znany ogólnie kwas siarczany. Jeszcze chętniej łączy się z fosforem, na kwas fosforny, i przy okolicznościach sprzyjających znów łatwiej jeszcze z azotem, na kwas azotny. Z kolei łatwiej łączy się z węglem niż z poprzedniemi, tworząc kwas węglany. Powinowactwo tlenu do wodoru jest znowuż silniejsze aniżeli do azotu i w ten sposób wzrasta ciągle za zbliżaniem się do metali. Związki tlenu ze złotem i platyną są silniejsze, niż z wodorem, ze srebrem jeszcze bardziej. Powinowactwo tlenu do miedzi przewyższa poprzednie, do cynku jest jeszcze znaczniejsze, do żelaza jest już bardzo mocne,

do sodu nadzwyczaj silne, a do potasu najsilniejsze ze wszystkich.

Jesteśmy więc wstanie ułożyć szereg pierwiastków, z których każdy następny będzie miał coraz większy popęd do łączenia się z tlenem. Szereg ten brzmi następująco:

Chlor, siarka, fosfor, azot, węgiel, wodór, złoto, platyna, srebro, miedź, cynk, żelazo, sod, potas.

Wprawdzie, podaliśmy tutaj tylko najczęściej napotykanne pierwiastki, pokrywając rzadsze milczeniem, lecz i przy tych znanych, nie powinniśmy zapominać, że okoliczności w których łączą się one z tlenem, są bardzo rozmaite i dla tego powyższy szereg nie można uważać jeszcze za niemyślny.

Z szeregu tego jednak, któryśmy tu przytoczyli, okazuje się coś nadzwyczaj zastanawiającego, co nawet rzuca wielkie światło na tajemnice chemii.

Zdawałoby się, że szereg powinien służyć tylko dla połączeń wymienionych pierwiastków z tlenem, lecz służy on także prawie dla każdego z tych pierwiastków. Weźmy n. p. pierwszy wymieniony t. j. chlor, a znajdziemy, że on najchętniej łączy się z potasem, czyli z metalem, który właśnie szereg zamyka. Dalej, bardzo łatwo łączy się chlor z sodem, tworząc zwyczajną naszą sól kuchenną. Postępując do góry w szeregu, natrafiamy najprzód

na żelazo, później na miedź, srebro, złoto, wodor, i węgiel. Ze wszystkimi temi pierwiastkami, chlor wchodzi w związki, ale gdy mu wybór będzie dozwolonym, zawsze połączy się chętniej z pierwiastkiem dalej w szeregu stojącym, aniżeli z bliższym siebie. Chlor więc połączy się chętniej z żelazem niż z cynkiem, chętniej z cynkiem niż z miedzią, chętniej z miedzią niż ze srebrem, i t. d. tak, że z węglem już bardzo trudno wchodzi w związek, a związek ten w medycynie używany, następuje dopiero za współdziałaniem promieni słonecznych. Widzimy więc z tego, że szereg powyższy pierwotnie dla tlenu ułożony, służy także i dla chloru.

Lecz na tym jeszcze nie koniec, drugi pierwiastek z szeregu, siarka, nie łączy się z obok stojącym fosforem i następnym azotem, trudno z węglem, a łatwiej już zato z wodorem, tworząc ten nieprzyjemny gaz siarko-wodorowy, który się z gniących jaj wywiązuje. Z pierwiastkami bardziej odległymi w szeregu, łączy się coraz chętniej i ściślej jak z wodorem, tak, że siarek potasu jest znów najsilniejszym połączeniem jakie siarka wydaje.

Podobnie zachowuje się trzeci z kolei wymieniony pierwiastek, fosfor. Nie łączy się wcale lub też bardzo trudno z pierwiastkami blisko niego stojącymi, a zato coraz silniej w miarę zbliżania się do końca.

Szereg pierwiastków któryśmy podali, jest bardzo niezupełny, i stąd też nad wszystkimi osobliwościami jego nie możemy się bliżej zastanawiać. Mamy jednak nadzieję, że czytelnicy uwierzą nam, gdy zaręczymy, że lepiej rozwinięty szereg, przedstawia więcej jeszcze rzeczy godnych uwagi i ma znaczenie dla połączeń wszystkich pierwiastków pomiędzy sobą, chociaż pierwotnie wyprowadzony był tylko dla związków tlenu.

Ta ciekawa okoliczność, żadną miarą nie może być przypadkową i też istotnie nią nie jest, możemy więc nie bezzasadnie przypuszczać, że jakieś ogólne prawo natury tutaj rządzi, które z tajemnicą chemicznych połączeń w ścisłym zostaje związku.

XXI. Jak największe powinowactwo chemiczne ma miejsce pomiędzy najmniej podobnemi pierwiastkami.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę, szereg chemicznych pierwiastków podany w poprzednim rozdziale, to powierzchowny już pogląd wykaże, że obok stojące pierwiastki, zawsze mają między sobą pewne podobieństwo, gdy tym czasem bardziej odległe, znacznie się różnią.

Podzielmy szereg w ten sposób, żeby wodor stał niejako w środku, a zobaczymy, że po jednej stronie będą same metale, po drugiej zaś same takie pierwiastki, które z metalami nie mają nic wspólne-

go, jak n. p.: tlen, chlor, siarka, fosfor i t. d. Że zaś pierwiastki jednej strony łączą się chemicznie najłatwiej i najchętniej z pierwiastkami drugiej strony, przeto okazuje się już z pierwszego wejścia, że połączenie chemiczne, jest znowu czemś zupełnie szczególnem. Wypływa stąd bowiem, że nie tylko pierwiastki podobne, nie wywierają na siebie chemicznego przyciągania, ale owszem, że te z nich najłatwiej wchodzi w związek, które się najbardziej między sobą różnią.

Najsilniejsze połączenie chemiczne zachodzi między tlenem a potasem; dwa te pierwiastki nie mają też ani zewnętrznie we własnościach, ani we wnętrzu w naturze swojej najmniejszego podobieństwa. Tlen jest gazem, a czysty potas metalem do srebra podobnym, i dla tego właśnie że są tak różne, łączą się chętnie i prędko. Potasu nie można ani na chwilę zostawić w powietrzu, bo zaraz z największą chciwością tlen przyciągnie, i przejdzie w związek. Cynk również niema nic wspólnego z tlenem, a przecież każdy wie, że w powietrzu prędko pokrywa się szarą warstewką, będącą rodzajem rdzy, która powstała z połączenia cynku z tlenem. Że to samo ma miejsce z żelazem wiadomo każdemu, gdy tymczasem ani siarka, ani węgiel tak wprost tlenu z powietrza nie przyciągają.

Z tego już wypływa wniosek, że w chemii czynną jest szczególna siła, która najmnień podobnym pierwiastkom udziela największej chęci łączenia się i tworzenia nowych materyi. Wniosek ten jest istotnie słusznym, gdyż ściśle i głębokie badania potwierdziły go zupełnie. Jako więc zasadniczą regułę przyciągań chemicznych przyjąć należy, że one właśnie najłatwiej zachodzą pomiędzy takimi pierwiastkami, które w naturze swojej najbardziej się od siebie różnią.

Dziwną jest rzeczą, że w chemii najsilniejszy pociąg do łączenia umieściła natura w rzeczach najmnień podobnych. Tak jak północny biegun magnesu przyciąga południowy, a zatém przeciwny drugiego; tak samo i w chemii, każdy pierwiastek szuka najbardziej odmiennego, podczas gdy z podobnym zachowuje się obojętnie. Jak elektryczność dodatnia i ujemna przyciągają się wzajemnie, dla tego właśnie, że są zupełnie różnej natury, tak samo w chemii najbardziej różniące się naturą ciała, najsilniejsze mają powinowactwo.

Już to wprowadza na myśl, że tajemne te siły przyrody opierać się muszą na jednej, i téj saméj przyczynie. Niepodobna, aby to było dziełem trafu, że wszędzie w naturze przy sile czynnej, występuje zaraz przeciwna dla wyprowadzenia jakiegoś

zjawiska. W ciałach stałych panuje siła przyciągania, która atomy spaja i zarazem siła odpychania, która je w pewnej odległości utrzymuje. W wielkich przestrzeniach wszechświata posiadają wszystkie ciała niebieskie siłę ruchu, która je nieustannie pędzi, i téj sile przeciwdziała przyciąganie, które gdyby samo panowało, wszystkie ciała niebieskie zejszłyby się musiały w jakimś jednym punkcie. I właśnie wypadkiem przeciwnych działań tych dwóch sił, jest cudownie regularny bieg ciał niebieskich, który nas zawsze w podziwienie wprawia.

Przy magnetyzmie i elektryczności rozdział siły na dwa różne rodzaje jeszcze jest wyraźniejszym. Biegun północny i południowy, dodatnia i ujemna elektryczność, występują tu niewątpliwie. Przytem zachodzi jeszcze uderzające zjawisko, że przeciwne rodzaje, które pozornie powinny zachowywać się nieprzyjaźnie, szukają się, i przyciągają wzajemnie. W chemii, znajdujemy podobne zachowanie, bo przeciwne rzeczy, mają znaczniejszy do siebie pociąg. Mimo woli więc nasuwa się pytanie, czy te wszystkie tajemne siły, objawiające się tak rozmaitym sposobem, nie pochodzą czasem od jednej, wielkiej, ogólnej, przez nas jeszcze niepo-

znanej siły przyrody, która wszystko przejmuje i napełnia?

Przy końcu wykładu naszego zadania, podamy jeszcze niektóre uwagi o téj ogólnej pierwotnej sile, teraz zaś powrócimy do wykrytych praw chemii, aby poznawszy je, okazać wspaniałe odkrycia najnowszych czasów, które zdają się niewątpliwie dowodzić, że chemia i elektryczność na pozór tak różne od siebie, są najściślej spokrewnionemi.

XXII. O naturze chemicznych połączeń.

Wspominaliśmy już, że istnieje około sześćdziesięciu chemicznych pierwiastków i że te mogą się parami między sobą łączyć. Wtym razie połączenie będzie pojedynczém. Tlen i siarka są chemicznemi pierwiastkami, gdy się łączą, utworzą kwas siarczany, a ponieważ kwas siarczany, składa się tylko z dwóch pierwiastków, będzie więc związkiem pojedynczym. Łatwo sobie wystawić, że tych pojedynczych połączeń może być nadzwyczajnie wiele. Chlor łączy się także ze wszystkimi pierwiastkami, tak samo jod, brom, siarka, fosfor i t. d., liczba więc pojedynczych związków może być bardzo znaczna.

Nazwijmy połączenia tego rodzaju, gdzie tylko dwa pierwiastki wchodzi do związku, *połączenia-*

mi pierwszego rzędu. Otóż badając je, znaleziono, że one znów mają popęd do łączenia się z sobą.

Często już wspominaliśmy rdzę jako utworzoną z żelaza i tlenu, rdza więc jest połączeniem pierwszego rzędu. Gdy dodamy do niej w pewnych okolicznościach kwasu siarczanego, to obie te rzeczy połączą się i wydadzą nowy produkt, złożony z kwasu siarczanego i rdzy żelaznej, który będzie wyglądał jak sól zielona i zapewne wielu czytelnikom pod nazwą witryolu żelaznego jest znany. Podobny związek nazywa się *połączeniem drugiego rzędu.*

Połączenia drugiego rzędu mają po największej części pozor i kształt soli i dla tego nazywają się ogólnie *solami.* Sole takie łączą się jeszcze niekiedy pomiędzy sobą, tworząc sole podwójne, które już będą połączeniami trzeciego rzędu.

Lecz wszystkie te związki poddane są bardzo ścisłym prawom, od których nigdy odstąpić im nie wolno

Jeżeli damy chemikowi jakiegokolwiek chemiczne ciała czy to pierwszego, czy drugiego lub trzeciego rzędu, to on nie tylko będzie w stanie powiedzieć z jakich pojedynczych pierwiastków one się składają ale nawet z największą ścisłością poda, ile tam jest cząstek na wagę każdego pierwiastku. Nic bowiem na świecie nie jest tak regularnem jak natura i skoro raz uda się nam wykryć jej prawa, to już na wie-

ki będziemy mieli wytkniętą ścieżkę do poznania jej działań. W chemii udało się już tego dokonać i prawa, któremi się rządzi przyroda, każdemu chemikowi są znane.

Pierwsze z nich brzmi następująco:

„Dwa pierwiastki łączą się między sobą chemicznie w ilościach stałych co do wagi”.

Wiemy, że woda składa się z wodoru i tlenu, lecz nie może się zdarzyć, aby jakaśkolwiek więcej trochę zawierała tlenu, aniżeli inna. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że wszystka woda skądkolwiekby pochodziła, czy to z morza, czy ze źródła, z lodu, czy ze śniegu, z rosy lub deszczu, zawsze i po wszystkie czasy składa się z jednakowych ilości pierwiastków, i stale w funkcie zawierać będzie tyle i tyle łutów tlenu, i tyle i tyle łutów wodoru. Żaden chemik na świecie, ani nawet natura, nie może utworzyć wody, w którejby jeden atom tlenu, lub wodoru był więcej, aniżeli we wszystkich wodach na świecie. To znaczy, że w każdym funkcie wody waga tlenu, i wodoru jest nigdy i niczem niezmienną.

Sto łutów tlenu łączy się bardzo ściśle z dwunastoma i pół łutami wodoru, wydając 112½ łutów wody. Jeśli zechcemy do przygotowania wody użyć stu funtów tlenu, to musimy z drugiej strony wziąć 12½ funtów wodoru, tak aby najmniejszej

cząsteczki nie brakowało. Skoro użyjemy za wiele tlenu lub wodoru, to nadmiar zostanie wolnym, czyli w chemicznym procesie nie przyjmie żadnego udziału.

Podobnie jak woda, zachowuje się każde ciało złożone z dwóch pierwiastków. Kwas siarczany n. p. składa się zawsze z 100 cząstek na wagę siarki, i 150 tlenu, bez względu gdzie i jak będzie wyrobionym. Zwyczajne niegaszone wapno, zawiera w składzie swoim metal nazwany wapem, i część tlenu w takim stosunku, że stale na 250 części co do wagi wapnu, idzie 100 części tlenu, bez względu czy wapno powstaje z wypalenia marmuru, wapienia, lub krędy, czy z kości lub skorup od jajek. Raz na zawsze 350 łutów wapna musi zawierać 250 łutów wapnu i 100 tlenu.

Skąd to jednak pochodzi? dla czego nie można przygotować jakiegoś chemicznego ciała, gdzieby któregośkolwiek z pierwiastków było trochę więcej aniżeli chemia podaje?

Widocznie pochodzi to od chemicznego przyciągania, istniejącego pomiędzy każdymi dwoma pierwiastkami. Jest ono w tém względzie podobne niejako do apetytu, ale bardzo ściśle zmierzonego, który tylko pewną doskonale odważoną ilość przyjmuje, i ani okruszyny więcej.

W następnym rozdziale zobaczymy jak szczególnie z jednej strony i jak dziwnie z drugiej apetyt ten wypływa.

XXIII. Stosunki wag w połączeniach chemicznych.

Powód, z jakiego pewna waga pierwiastku przyciągnąć może ściśle oznaczoną tylko wagę innego i nie pozwoli sobie ani trochę odebrać, a sama również ani trochę więcej nie przyjmie, jest bardzo głęboki i ważny. On to właśnie naprowadził najgenialniejszych myślicieli na wnioski o naturze ciał, i posłużył za dowód, że wszystko co na świecie widzimy, w sobie, około siebie, lub na sobie posiadamy, składa się z pojedynczych atomów tak małych, że nie podobna ich dojrzeć, nawet za pomocą najsilniej powiększających szkieł.

W dalszym ciągu wypadnie nam jeszcze zastanowić się bliżej nad tą ważną teorią, teraz zaś tylko powiemy cośkolwiek czytelnikom naszym o jednym bardzo ciekawym prawie, którego zbadanie ma również dla nauki niezmierną wagę.

Widzieliśmy, że każdy chemiczny pierwiastek ma pewien pociąg do chemicznego łączenia się z innymi, oraz że ten pociąg musi być nasycony bardzo ściśle oznaczoną ilością bez najmniejszego braku lub nadmiaru. Otóż istnieje bardzo dziwny stosunek tak w tym pociągu jako też i w ilościach. Aby

lepiej wytłumaczyć, co pod tém rozumiemy, wypadam ten apetyt, i te ilości przy niektórych pierwiastkach nieco bliżej rozpoznać.

Zacznijmy znowu od tlenu i przypuśćmy, iż mamy go 100 łutów, a przytem całą masę innych pierwiastków, które dowolnie z tą ilością tlenu możemy wprowadzić w związek. Zachodzi więc pytanie, ile te 100 łutów tlenu mogą przyjąć np. wodoru? Odpowiedź na to podaje doświadczenie. Najściślejsze próby okazały, że $12\frac{1}{2}$ łutów wodoru, zaspakajają apetyt 100 łutów tlenu, tak że z obu, $112\frac{1}{2}$ łutów wody powstanie.

Wiedząc już jak wielkim jest apetyt 100 łutów tlenu, gdy go wodorem karmimy, przekonajmy się czy przy użyciu azotu za potrawę, apetyt się powiększy lub zmniejszy. Przygotujmy więc najprostszy związek tlenu z azotem, pewien rodzaj gazu azotowego, a zobaczymy, że azotu potrzeba bez porównania większej ilości, gdyż 100 łutów tlenu, nasycą się dopiero 175 łutami azotu.

Że zaś 100 łutów tlenu nasycalo się poprzednio $12\frac{1}{2}$ łutami wodoru, a teraz potrzebują 175 łutów azotu, przeto musimy przyjąć, że $12\frac{1}{2}$ łutów wodoru posiadają zupełnie tyle siły nasycającej, co 175 łutów azotu, bo w tych ilościach możemy użyć jednego, lub drugiego pierwiastku podług woli.

Lecz w tém niéma jeszcze nic tak dalece dziwnego, istnieje bowiem wiele rzeczy na świecie, z których mała część jednej znaczy tyle, co znaczna ilość drugiej. Ale zobaczmy jak też zachowuje się wodor względem azotu.

Probując wodor z azotem wprowadzić w połączenie chemiczne, okaże się, że właśnie 12½ łutów wodoru, czyli ilość którą już znamy, potrzebuje do swego nasycenia 175 łutów azotu. Z tego wypada, że 12½ łutów wodoru nie tylko nasycza apetyt 100 łutów tlenu, tak dobrze jak 175 azotu, ale że one także posiadają, tenże sam na azot apetyt, bo nasycają się tylko za pomocą 175 łutów.

Zastanawiając się nad tém, nabierzemy szczególnego i dziwnego poglądu, na tajemną naturę chemicznych połączeń.

Podziwialiśmy już, że 100 łutów tlenu nasycza się tylko 12½ łutami wodoru, kiedy azotu 175 łutów do tegoż nasycenia potrzebuje; teraz widzimy znów zdumiewający fakt, że ilość 12½ łutów wodoru posiada także bardzo wyszukany apetyt do azotu i nasycza się dopiero, gdy 175 łutów pochłonie. Okazuje się więc, że apetyt 12½ łutów wodoru jest tak wielki jak 100 tlenu, co prowadzi na myśl, że 12½ łutów wodoru dla tego właśnie łączy się ze 100 tlenu, że mają apetyt chemiczny jednakowy.

Lecz apetyt chemiczny jest niczem innym, jak tylko siłą chemicznego przyciągania, przeto tajemnica przyciągań jest tak dobrze jak zbadaną, i uczy nas następującego pewnika:

Ponieważ 100 łutów tlenu może się połączyć tylko z $12\frac{1}{2}$ łutami wodoru, sądzić więc należy, że siła chemicznego przyciągania 100 łutów tlenu jest zupełnie tak wielka, jak $12\frac{1}{2}$ wodoru.

Taki sam szczególny i dziwny stosunek, jaki zachodzi pomiędzy tlenem, wodorem i azotem, ma miejsce pomiędzy wszystkimi 60^{ma} pierwiastkami; odkryto więc bardzo ściśle, naturalne prawo chemicznych połączeń, którego zbadanie można śmiało powiedzieć, stało się podstawą dzisiejszej nauki.

XXIV. Jak pierwiastki chemiczne łączą się tylko ściśle oznaczonymi ilościami na wagę.

Widzieliśmy więc jak szczególnym jest apetyt chemiczny pierwiastków, postaramy się teraz wykazać jego szereg, czyli ściśle liczbami oznaczyć, ile każdego pierwiastku wziąć należy, aby jego apetyt uczynić równym apetytowi 100 łutów tlenu. Inaczéj mówiąc, postaramy się okazać: pomiędzy jakimi ilościami pierwiastków, istnieje jednakowa siła chemicznego przyciągania.

Wiemy już, że $12\frac{1}{2}$ łutów wodoru mają tak sil-

ny apetyt jak 100 łutów tlenu, i dla tego też 100 łutów tlenu łączy się ściśle z $12\frac{1}{2}$ wodoru, dla utworzenia wody. Azot ma już daleko słabszy apetyt; gdyż z niego musimy wziąć 175 łutów, aby chemiczne przyciąganie uczynić tak wielkiem, jak $12\frac{1}{2}$ łutów wodoru, lub 100 tlenu. Jeśli zechcemy spróbować pod tym względem węgiel, to doświadczenie okaże, iż 75 łutów tegoż, łączy się ze 100 łutami tlenu, tworząc tlenek węgla, ów niebezpieczny gaz, który już tylu ludzi życia pozbawił, gdy przez nieostrożność rurę od pieca zawczasie zatkano; 75 więc łutów węgla ma tak wielką siłę chemicznego przyciągania, jak 100 łutów tlenu, $12\frac{1}{2}$ wodoru i 175 azotu.

Powtarzając toż samo doświadczenie z siarką, okaże się, że ona ma dwa razy słabszy apetyt od tlenu, gdyż z niej potrzeba wziąć 200 łutów. Fosfor jest 4 razy słabszym, bo tego potrzeba już wziąć 400 łutów, aby przyciąganie uczynić równem 100 łutom tlenu. Chloru dopiero 440 łutów może zastąpić 100 tlenu. Sodu potrzeba znów tylko 290 łutów. Lecz z tego wypada, że 290 łutów sodu jest tak silnem w przyciąganiu, jak 440 chloru, ponieważ każdy z pierwiastków w podanej ilości, jest równy 100 łutom tlenu pod względem przyciągania. Chlor i sod trafiają się dość często w naturze,

chemicznie połączone, tworząc zwyczajną naszą sól kuchenną, z której właśnie przekonano się z największą ścisłością, że na każde 440 łutów chloru, idzie 290 sodu.

Z tego też powodu, jeśli damy chemikowi garść soli, to on potrzebuje tylko ściśle ją zważyć, aby natychmiast zawyrokować: ile tam jest chloru, a ile metalu.

Przytoczmy tu jeszcze niektóre bardziej znane pierwiastki, i obok liczby wyrażające, ile łutów każdego z nich potrzeba, aby przyciąganie chemiczne stało się tak silnem, jak 100 łutów tlenu.

Otóż doświadczenia okazały, że na to trzeba wziąć: 352 łutów żelaza, 407 cynku, 735 cyny, 396 miedzi, 1250 rtęci, 1295 ołowiu, 1350 srebra, 2458 złota.

Najciekawszem i najważniejszym przy tych liczbach jest to, że chociaż pierwotnie obrachowane były tylko dla tlenu, służą jednak dla połączeń wszystkich pierwiastków.

Przypuśćmy, że ktoś chciałby wyrobić cynober, tę prześliczną czerwoną farbę, tak wysoko od malarzy cenioną, a która jest połączeniem chemiczném rtęci z siarką; to zachodzi pytanie, jakiej ilości należy do tego użyć obu pierwiastków? Na to właśnie dają odpowiedź liczby, któreśmy przytoczyli. 200

części siarki są jak powiedziano wyżej, w przyciąganiu swoim tak silne, jak 100 tlenu, oraz 1250 rtęci w przyciąganiu swoim równają się także 100 częściom tlenu, przeto 200 części siarki muszą się łączyć z 1250 rtęci, i tworzyć cynober.

A zupełnie toż samo zachodzi ze wszystkimi wymienionemi pierwiastkami, jak również i z temi, których tu nie wymieniliśmy. Ilości któremi one łączą się z jakimkolwiek pierwiastkiem, służą także dla wszystkich innych. Z tego wypława, że wszystkie chemiczne pierwiastki, stoją do siebie w pewnym stosunku, tak że przy działaniach chemicznych możemy użyć jednego w miejsce drugiego, starając się tylko o zachowanie wyżej podanej wagi.

Niepodobna aby to mogło być dziełem przypadku, aby przypadkowo pewne ilości zachowywały się tak niezmiennie. Niezawodnie musi być jakaś przyczyna, dla której aż 1250 łutów rtęci użyć należy, chcąc aby ten metal wywarł tak silne przyciąganie, jak 100 łutów tlenu. Dwieście łutów siarki jakieśmy widzieli, znaczy pod względem przyciągania tyle, co 100 tlenu, czy można więc uważać za przypadek, że właśnie 200 łutów siarki z 1250 rtęci, wydaje związek chemiczny? Czy nie musi tu być czynną jakaś siła będąca przyczyną chemicznych zmian i która sprawia, że wszystkie połączenia chemiczne

wtedy tylko mogą być zupełnemi, gdy pierwiastki użyte zostaną w ilościach takich, że siły ich chemicznego przyciągania będą równe?

Wprawdzie jeszcześmy tak całkiem nie odsłoniли tajemnicy pokrywającej chemię, lecz z pewnością jesteśmy na bardzo dobrej do tego drodze, i aby czytelników naszych doprowadzić do punktu, na którym badanie dzisiejsze stanęło, uczynimy jeszcze kilka kroków na tem polu, kroków nie tylko ciekawych, ale i w najwyższym stopniu nauczających.

XXV. Co to jest apetyt, a co chciwość chemiczna?

Chociażeśmy okazali, że we wszystkich połączeniach chemicznych, przyciąganie pierwiastków jest zarówno silne, to przecież doświadczenie nas uczy, że często jeden pierwiastek wyłącza drugi, z gotowego już związku.

Weźmy na przykład połączenie 100 łutów tlenu z $12\frac{1}{2}$ łutami wodoru, to wiemy, że z tego powstanie $112\frac{1}{2}$ łutów wody i musimy przyjąć, opierając się na poprzednim, że w tej wodzie $12\frac{1}{2}$ łutów wodoru ma taką samą siłę chemicznego przyciągania, co 100 łutów tlenu. Doświadczenie okazuje, że 489 łutów metalu zwanego potasem, łączy się także ze 100 łutami tlenu, czyli ma apetyt wyrównywający zupełnie przyciąganiu $12\frac{1}{2}$ łutów

wodoru. Jeśli tak jest istotnie, to skąd pochodzi, że potas wrzucony do wody rozkłada ją, łączy się z tlenem, a wodor uwalnia?

Wrzuciwszy kawałek potasu na talerz wody, spostrzeżemy bardzo piękne zjawisko. Metal znacznie krążyć wokoło i pod wodą roztopi się, przy wydzielaniu gazu, który wkrótce ujrzymy zapalonym. Wszystko to trwać będzie dopóki potas całkowicie nie zniknie, a wtedy woda zyska nieco na wadze i zjawisko skończone. Otóż wiadomo, iż te szczególne zmiany stąd pochodzą, że potas ma większe powinowactwo do tlenu, aniżeli poprzednio połączony z nim gaz wodorowy. Potas przyciąga tlen i łączy się z nim tak silnie, że od tego zaczyna się topić. Równocześnie, wodor poprzednio z tlenem połączony, musi ujść wolno, a że jest gazem palnym, przeto zapala się od roztopionego potasu i płonie, dopóki metal nie utworzy z tlenem pewnego rodzaju soli, w wodzie następnie rozpuszczającą się. Widzimy więc, że potas musi mieć daleko większą siłę chemicznego przyciągania aniżeli wodor, a jednak utrzymywaliśmy, że apetyt obu jest jednakowym, jakież tedy mieliśmy prawo podobnie utrzymywać? Odpowiedź na to brzmi następująco:

Zupełną jest prawdą, że apetyt $12\frac{1}{2}$ łutów wo-

doru równa się całkowicie apetytowi 489 łutów potasu, ale *chciwość* ich jest różną. Pomyślmy sobie na przykład, że dwóch ludzi ma przed sobą jedną tylko potrawę, którą każdy z nich mógłby się nasycić. Pierwszy jednak pożera bardzo chciwie, gdy tymczasem drugi pożywa przyzwoicie i powoli, musi więc koniecznie na tym stracić, bo pierwszy nietylko że zje wszystko tamtemu co ma na talerzu ale nawet wydrze to, co już wziął w rękę. Jeśli przykład ten nie zupełnie jest odpowiednim, to przynajmniej okazuje wyraźnie, jaka jest różnica pomiędzy apetytem, który tylko oznacza *ile* zjeść można, a chciwością wyrażającą prędkość pochłonięcia. W tym sęsie możemy powiedzieć, że apetyt 489 łutów potasu jest istotnie takiż sam jak $12\frac{1}{2}$ łutów wodoru, lecz chciwość potasu do nasycenia swego apetytu jest tak niezmiernie wielką, iż on może wodorowi część jemu przypadającą wyrwać niejako z żołądka i pożreć.

Skoro zechcemy to cośmy obrazowo przedstawić wyrazić ściśle naukowym sposobem, to musimy powiedzieć następnie:

Każde dwa pierwiastki mogą się w pewnym oznaczonym stosunku połączyć chemicznie, a ilekroć to następuje, to zawsze w takich co do wagi ilościach, że wzajemne ich przyciąganie chemiczne

musi być równe. Lecz pomimo równego przyciągania, siła z jaką się one łączą, nie potrzebuje być jednakową i stąd też pochodzi, że nie wszystkie połączenia dwóch pierwiastków są zarówno silnemi, zarówno trwałemi i niezmiennemi.

Na czem jednak polega taka różnica? Dla czego $12\frac{1}{2}$ łutów wodoru łączy się chemicznie z taką samą ilością tlenu, co 489 potasu, chociaż potas jest tak silnym, że wodor z utworzonej wody wyłącza?

Widocznie jest to znowu pokryte tajemnicą przyrody, która nam do zbadania zostaje. Tajemnica ta zrząda, że z jednej strony mała ilość jednego pierwiastku nasycy drugi, w takiej ilości co cała masa trzeciego, a z drugiej strony, jest przyczyną, iż ten trzeci tak silnie może się łączyć, że pierwszy z gotowego już związku uwalnia.

Tajemnicę tę nauka stara się również wyjaśnić i o tym właśnie czytelnikom naszym powiemy niżej; poprzednio jednak potrzebujemy jeszcze pewnych przygotowań, które jak można najkróćiej postaramy się rozwinąć.

XXVI. Połączenie chemicznego pierwiastku z podwójną lub wielokrotną ilością drugiego.

Przy dotychczasowem rozważaniu praw chemicznych związków przyjęliśmy, że pierwiastki wte-

dy tylko mogą się zupełnie połączyć, gdy obu użyjemy w ściśle oznaczonej ilości. Obok tego jednak całkiem sprawiedliwego twierdzenia, postawimy zaraz drugie, które na pozór wydaje się przeciwnem, ale przy baczniejszej uwadze takim nie będzie.

Wiemy, że chcąc siarkę wprowadzić w związek chemiczny z tlenem, potrzeba 200 na wagę części siarki i 100 tlenu. Otóż zdawałoby się, że wcale nie można wyrobić z siarki i tlenu czegoś innego, jak to, co powstanie z wyżej podanych ilości. Lecz doświadczenie powiada, że tak nie jest.

Bardzo już dawno umiano z siarki i tlenu wyrabiać cztery rozmaite rzeczy, dziś potrafimy z tych dwóch pierwiastków otrzymać siedm różnych połączeń chemicznych, i to tylko przez użycie zmiennych ilości do związku. Wprawdzie, na pierwszy rzut oka zdaje się to sprzeciwiać temu twierdzeniu, jakoby w każdym chemicznym związku pierwiastki musiały się znajdować w pewnym, ściśle oznaczonym co do wagi stosunku, lecz gdy rzecz bliżej rozważymy, okaże się, że drugie to zdanie, tylko nie zbija pierwszego, ale je nawet bardziej utwierdza.

Podamy tu wagi, jakich użyć należy dla otrzymania czterech głównych połączeń siarki z tlenem, i zaraz spostrzeżemy, że one wcale nie są do-

wolnym, lecz że w bardzo prostym i stałym znajdować się muszą stosunku.

Dwieście łutów siarki, łączy się ze 100 łutami tlenu, tworząc rzecz, której wprowadzić osobno wyrobić nie możemy, lecz którą znamy w połączeniach chemicznych z innymi ciałami. Rzecz ta, o której się domyślają że jest gazem, nosi nazwę *kwasy podsiarkowego*. Dalej 200 łutów siarki może się łączyć z 200 łutami tlenu i powstanie stąd *kwasy siarkowy*, ten gaz, który sprawia nam tak nieprzyjemne uczucie, za powąchaniem niebieskiego płomienia świeżo zapalonej zapalki. Następnie 400 części siarki łączy się z 500 tlenu, wprowadzić nie bardzo łatwo, ale zawsze związek taki istnieje i nazywa się *kwasy podsiarczanym*. Wreszcie, kwas siarczany składa się z 200 części siarki i 300 tlenu.

Zastanawiając się nad powyższymi liczbami, zobaczymy, że tlen i siarka nie bardzo ściśle trzymają się prawa, które powiada, iż tylko w jednym oznaczonym stosunku co do wagi, pierwiastki mogą się łączyć. Dziś nawet, jak powiedziano, znamy siedm stosunków w jakich te dwa pierwiastki wchodzi do związku, ale ktoby chciał na mocy tego wnioskować, że w chemii niema ścisłego prawa połączeń, ten myliłby się grubo. Przeciwnie,

z liczb tych właśnie wypływa, że stosunki co do wag przy kilku połączeniach są bardzo ściśle zachowane. Widzieliśmy, że 200 części na wagę siarki, nie łączą się z dowolną jakąś ilością tlenu, lecz ze 100, 200 lub 300 częściami. Jednym słowem zachodzi tu kilka stopni połączeń z tlenem, ale każdy stopień posuwa się o całkowite *sto*. Ten uderzający stosunek musi koniecznie prowadzić do wniosku, że jeden pierwiastek można połączyć z podwójną, potrójną, poczwórną lub wyższą nawet ilością drugiego, ale nigdy z jakąkolwiek dowolną.

Stopniowanie podobne okazuje się wyraźniej jeszcze na związkach azotu z tlenem, i dla tego pozwalamy sobie słów kilka o nich powiedzieć.

Jak wiadomo, 175 łutów azotu łączy się ze 100 łutami tlenu. Oznaczmy sobie dla skrócenia te 175 części na wagę azotu po prostu jedną ilością azotu i również 100 części tlenu, jedną ilością. Otoż azot wydaje pięć rozmaitych połączeń z tlenem, lecz i tu okazuje się toż samo, cośmy przy siarce zauważyli, to jest, że nowy związek wtedy dopiero powstanie, gdy ilość tlenu powiększy się dwa, trzy, cztery, albo pięć razy.

Doświadczenie okazuje, że jedna ilość (w znaczeniu 175 części) azotu, z jedną ilością tlenu, wydaje tlenek azotu. Jedna ilość azotu z *dwiema* ilo-

ściami tlenu tworzy tlenek azotu. Jedna ilość azotu z *trzema* ilościami tlenu, daje kwas azotowy. Jedna ilość azotu z *czterema* ilościami tlenu wydaje kwas podazotny, i nakoniec jedna ilość azotu z *pięcioma* ilościami tlenu, wydaje kwas azotny. Widzimy więc że tu do 175 części azotu przybywa zawsze całe 100 tlenu; jeśli całe 100 nieprzybędzie, to też i nieotrzyma się nowego związku chemicznego.

To jednak musi mieć swoją ważną przyczynę, którą właśnie poznać pragniemy.

XXVII. Nauka chemii o atomach.

Zastanawianie się genialnych naturalistów nad wszystkimi tajemnicami, pokrywającemi chemiczne połączenia, doprowadziło do tego, że dziś jesteśmy w stanie utworzyć sobie jasny obraz o zmianach zachodzących w tajemnej pracowni natury, i że niejako możemy dojrzeć rzeczy, do poznania których przyroda zdaje się odmówiła nam osobnego zmysłu.

Rozwiązanie wielu pytań, nasuwających się przy processach chemicznych, jest właściwie bardzo prostem, nawet za prostem, jak na mądre umysły wielu filozofów, którzy najczęściej znajdują największą przyjemność w tem, gdy jaką zmianę w naturze zawikłają, tak jak tylko można pomyśleć, czyli raczej, jak już myśleć nad nią nie można.

Sprawiedliwy instynkt leży w ogóle, kiedy tenże do wyrazu, „naturalny” przywiązuje znaczenie czegoś bardzo prostego, niema bowiem nic na świecie naturalniejszego jak sama natura, a natura jest powiększłej części bardzo prostą w swych tworach, chociażby one na pozór, wydały się nadzwyczaj tajemniczymi, czyli bardzo zawikłanymi.

Przypatrzmy się processom, czyli zmianom chemicznym, tak jak je sobie wystawiają naturaliści, chcący za pomocą nich objaśnić tajemnicę chemii, a zobaczymy, że to wystawianie jest nadzwyczajnie prostem, i przez to samo zasługuje już na nazwę naturalnego.

Podług zdania nowszych badaczy przyrody, każda rzecz na świecie składa się z masy pojedynczych atomów. Kawalek siarki, złota, żelaza, miedzi, fosforu, jednym słowem każdy pierwiastek, jest tylko nagromadzeniem nadzwyczajnie małych cząstek, tegoż samego rodzaju. Pojedynczy atom siarki, albo innego jakiego pierwiastku, jest dla nas niewidzialnym z powodu swój małości, nawet przy użyciu najdoskonalszych mikroskopów. Każdy kawałek, każda cząstka widzialna, jest już bez wątpienia całym zbiorem takich pojedynczych atomów. Jeśli więc dostrzegamy odtracony pyłek, to on będzie masą pojedynczych cząsteczek, nie zaś jedną

z nich. Wtym względzie jesteśmy zupełnie podobni do poprzedników naszych, którzy czerwoną barwę krwi lub zieloną liści, przypisywali samejże krwi i liściom, gdy tymczasem my nauczeni doświadczeniami z mikroskopem, wiemy, że czerwoność krwi nie pochodzi od płynu, lecz od małych kuleczek w nim pływających, a zieloność roślin nie od samej rośliny, ale od pojedynczych kropelek, w tkance roślinnej leżących, i od siebie jak wysepki pooddzielanych, które tworzą się dopiero pod wpływem słonecznego światła. Z powodu tylko, że oko nasze nie posiada odpowiedniej delikatności, krew opatrzona kuleczkami, wydaje się nam jako całkiem czerwony rozciek, a świat roślinny jako istotnie zielona masa, ale każdy dziś może się przekonać, że to co gołe oko uważa za jedną nierozdzieloną czerwoną masę, jest tylko zbiorem odległych od siebie czerwonych ciałek. Podobnie i liść, na pozór całkiem zielony, jest tylko masą małych zielonych kropelek, zawartych w pojedynczych oczkach tkanki.

Jak powiedziano więc, podobni jesteśmy dzisiaj do naszych przodków, którzy mikroskopu nie znali. Dla oka naszego kawałek siarki, jest ciałem pojedynczem, kawałek złota, srebra, ołowiu lub jakiegokolwiek pierwiastku, jakąś niepodzielną rze-

czą; i istotnie nie udało się okazać nawet za pomocą mikroskopu, aby było inaczej. Lecz chemja uczy nas właśnie, i bardzo uderzającymi dowodami popiéra, że wszystko na świecie z postaci do nierozdzielnej massy podobne, jest tylko nagromadzeniem pojedynczych nieskończenie małych atomów, które w ciałach stałych nie dają się przesuwać, bo są obdarzone pewną siłą przyciągającą, która je w związku mechanicznym utrzymuje.

Bardzo ważną jest rzeczą, aby każdy miał o tém jak można najjaśniejsze pojęcie, i dla tego dobrze będzie, jak sobie całą rzecz w następujący sposób wystawi.

Podług terażniejszej nauki badaczy, podającój, że wszystko na świecie składa się z pojedynczych atomów, sądzić należy, że np. kawałek żelaza, złota, lub jakiegokolwiek ciała stałe, powstaje stąd, iż w bliskości jednego atomu znajduje się drugi, ale tak że pierwszego nie dotyka. Do nich przybywa trzeci, czwarty, zawsze bardzo blisko innych, lecz bez wzajemnego zetknięcia, i gdy znaczna liczba takich atomów nagromadzi się gdziekolwiek i jakkolwiek, wtedy dopiero występują one przed naszym okiem widzialnie, w postaci massy niepodzielnej. Wrzeczy więc samój, każde ciało składa się z pojedynczych atomów, i próżnych pomiędzy

niemi przestrzeni, i łatwo być może, a nawet bardzo prawdopodobnie próżne przestrzenie pomiędzy jednym a drugim atomem, większe są od samych atomów.

Gdyby się to komu zdawało zbyt dziwnem, lub nawet niemożliwem, ten niech poprosi jakiego naturalisty, aby mu pokazał liść pod mikroskopem, a przekona się, że to co dla oka wydaje się jedną zieloną masą, jest tylko zbiorem pojedynczych zielonych kropelek, tak od siebie oddalonych, że pomiędzy jedną a drugą, jeszcze by się całe pół tuzina zmieściło!

Nauka o atomach może się istotnie w pierwszej chwili wydać dość dziwną, ale że ona jest prawdziwą, tego dowodzi jak zobaczymy, chemja ze swemi prawami połączeń.

XXVIII. Rozmaity stan atomów w różnych przedmiotach.

Chcąc nabrać zdrowego pojęcia o statnie atomów w ciałach stałych, płynnych i gazowych, należy zawsze mieć na uwadze, że ciała te z nadzwyczajnie małych atomów się składają. Skoro atomy tak są ułożone, iż się wzajemnie przyciągają, a tem samem nie łatwo dają przesuwac i rozdzielać, to takie ciała nazywamy stałemi. Gdy siła przyciągania słabnie do tego stopnia w atomach, że one nie rozdzielają

się wprawdzie, ale od najłżejszego wstrząśnienia przesuwać mogą, to masy w tym razie utworzone zowiemy płynami. Jeśli wreszcie przyciąganie pomiędzy atomami całkowicie znika, a natomiast występuje siła odpychająca, to wtedy utworzone ciała noszą nazwę gazowych.

W ciałach więc stałych, atomy zostawiają pomiędzy sobą wolne przestrzenie, i dla tego też bardzo łatwo sobie wytłumaczyć, jakim sposobem powstają związki chemiczne. Gdy do jakiego ciała stałego, n. p. do żelaza, zbliżymy przy odpowiednich warunkach nieco tlenu, to nastąpi przyciąganie chemiczne, o którym mówiliśmy, pomiędzy każdym pojedynczym atomem żelaza, a każdym pojedynczym atomem tlenu. Tlen przeniknie żelazo, każdy swój atom ułoży przy atomie metalu, i to właśnie będzie stanowiło połączenie chemiczne.

Gdy coś podobnego nastąpi, żelazo przestanie być metalem i utworzy pewien rodzaj tleno-żelaza, innemi obdarzony własnościami, który też pod każdym względem inaczej działa. Mamy więc słuszne prawo do utrzymywania, że z dwóch pierwiastków powstaje rzecz całkiem nowa, chociaż wszyscy wiemy dobrze, że za pomocą odpowiedniego postępowania, można tlen ze związku wyłączyć, i otrzymać żelazo, które między atomami będzie zawierało tylko wolne przestrzenie.

Jeśli zatrzymamy się na dość często wspomnianym już przykładzie, że rodzaj tleno-żelaza w zwykajnym życiu rdzą, albo rudą nazywany, topiony z węglem znów na żelazo przechodzi, to zmianę chemiczną jaka tu ma miejsce, można sobie w następujący sposób wytłomaczyć. W temperaturze czerwoności, ciepło wywiera siłę oddalającą atomy żelaza od tlenu, czyli siłę rozprężliwości, przy której siła przyciągająca naturalnie słabnie. Lecz przy topieniu, węgiel ma właśnie szczególne powinowactwo do łączenia się z tlenem, każdy więc atom węgla, przyciąga do siebie tlen, i tworzy kwas węglany, a żelazo czyste pozostaje.

Jeśli jako drugi przykład weźmiemy pod uwagę powstawanie cynobru, to działanie przytem będzie podobne. Ogrzewa się z jednej strony część siarki, a z drugiej rtęć w odpowiednich przyrządach. Przez ogrzanie stała siarka traci swój stan skupienia, i początkowo staje się płynną, a następnie przechodzi w parę, to jest, atomy jęj stają się najprzód poruszalnemi, a następnie rozchodzą się jeszcze bardziej. Parę tę, złożoną z odległych od siebie atomów siarki, wprowadzają do przestrzeni, gdzie z drugiej strony wpływają pary ogrzanej rtęci, które swoją drogą są tylko oddalonymi od siebie atomami rtęci. Otóż przy takim zetknięciu, każdy

atom rtęci i siarki przyciągną się wzajemnie i ułożą obok siebie. Z połączenia tego powstają atomy nowej rzeczy, pewien rodzaj siarko-rtęci, który gdy w dostatecznej ilości utworzonym zostanie, przedstawia się oku jako delikatny czerwony proszek, zwany cynobrem.

Ponieważ zaś za pomocą najsilniejszych mikroskopów nie można dostrzedz, aby cynober składał się z dwóch tak rozmaitych rzeczy, przeto musimy przyjąć, że w najdelikatniejszych cząstkach farby, znajduje się wielka już liczba atomów obu pierwiastków. Pojedynczego więc atomu cynobru nie zobaczymy nigdy, bo najmniejsze pyłki już są ze znacznej liczby atomów takich złożone.

W podobny sposób, jak te przykłady, należy sobie wystawiać powstawanie wszystkich związków chemicznych. Trudno nie zgodzić się, że takie objaśnienie jest nadzwyczajnie prostem, a że daje się zastosować do wszystkich tajemnic chemii, przeto słusznie zasługuje na nazwę prawdziwego.

Zastanawiając się jaki szereg ważnych i ciekawych wniosków wypływa z tej prostej teorii o łączeniu się atomów, i że ta teoria nie tylko rozwiązuje prawie wszystkie zagadki jakie chemja przedstawia, ale jeszcze rzuca głęboki pogląd na tajemniczą naturę wszystkich rzeczy i wydaje dziwnie

prawdziwe odpowiedzi na pytania, dotyczące się nauk przyrodzonych w ogóle, zastanawiając się nad tem wszystkim, czytelnik wybaczy nam, że uwagę jego nieco dłużej tym przedmiotem zajmujemy.

Ważne następstwa wypływające z chemicznej nauki o atomach, przeprowadzimy na wszystkich ciałach.

XXIX. Liczba atomów w chemicznych związkach i waga każdego pierwiastku.

Jeśli istotnie przy połączeniu chemicznem, atom jednego pierwiastku, układa się obok atomu drugiego, to naturalny stąd wniosek, że przy pojedynczych połączeniach, liczba atomów obu pierwiastków musi być jednakową.

Weźmy znów jako przykład dla wielu związków tworzenie się cynobru z siarki i rtęci. Każdy atom tego związku jest atomem podwójnym, składającym się z jednego atomu siarki i jednego rtęci. Mając przed sobą nieco cynobru, nie wiemy wprawdzie ile tam jest pojedynczych atomów, nie znamy więc i liczby atomów siarki i rtęci. Być może, że małeńka ilość, jaką malarz na najcieńszy pędzelek bierze, zawiera już miliony, a nawet biliony atomów. Ale wiemy przynajmniej to jedno, że w cynobrze liczba atomów siarki, jest zawsze takąż sama co rtęci.

Cynober bowiem powstaje z połączenia dwóch różnych atomów, każdy przeto atom siarki, jeśli nie znajdzie atomu rtęci, pozostanie bez związku. I toż samo nastąpi z każdym atomem rtęci, skoro odpowiedniego atomu siarki nie będzie; pozostanie on natenczas wolnym, i do tworzenia cynobru nie przyczyni się wcale. Niezawodną więc jest rzeczą, że w cynobrze liczba atomów siarki i rtęci jest zupełnie równą.

Z téj też przyczyny bardzo jest łatwym do zrozumienia, dla czego nie może być cynobru, który by zawierał nieco więcej rtęci lub siarki, jak wszystkie z resztą na świecie. Żaden chemik nie wyrobi téj farby z innym stosunkiem rtęci i siarki, a co się powiedziało o cynobrze stosuje się także do wszystkich chemicznych połączeń. Mogą one przez obce przymieszania być więcej lub mniej zanieczyszczone, ale po oczyszczeniu, pozostaną zawsze jednakie, ze względu na części składowe.

Lecz wiemy już, że na 200 łutów siarki, potrzeba zawsze 1250 łutów rtęci, aby z tego powstało 1450 łutów cynobru. Jak wielką będzie liczba atomów w téj ilości cynobru, tego powiedzieć nie jesteśmy w stanie, lecz na mocy prawa połączeń chemicznych, możemy z największą ścisłością oznaczyć, że waga każdego atomu siarki do każdego

atomu rtęci, będzie się miała jak 200 do 1250, czyli że atom siarki jest $6\frac{1}{4}$ razy lżejszym od atomu rtęci.

Cośmy tu widzieli przy cynobrze, toż samo ma miejsce przy wszystkich chemicznych połączeniach. Wiemy n. p., że sól kuchenna składa się z chloru i sodu. Przy tworzeniu więc soli każdy atom chloru przylega do atomu sodu, i gdy znaczna ilość takich podwójnych atomów powstanie, wtedy oko nasze spostrzeże sól. Otóż doświadczenie podaje, że na 443 łuty chloru, potrzeba 290 łutów sodu, dla utworzenia 733 łutów soli kuchennéj; że zaś liczba atomów chloru w soli jest takąż sama co sodu, przeto nieulega wątpliwości, że atom chloru jest więcej jak półtora raza cięższym od atomu sodu.

Tym sposobem naturaliści doszli nietylko do tego, w jakich ilościach na wagę dwa pierwiastki łączą się z sobą chemicznie, ale nawet z pewnością wnoszą, że te liczby wykazują zarazem stosunek wagowy atomów każdego pojedynczego pierwiastku.

Teraz wyda się dopiéro jasnym, dla czego tylko 100 części tlenu mogą się połączyć z $12\frac{1}{2}$ częściami na wagę wodoru, dla utworzenia wody, i dlaczego trochę większa ilość tlenu, lub wodoru, na nic się tu zdać nie może. Polega to na téj zasadzie, że

w 100 częściach tlenu, jest zupełnie tyle atomów, co w $12\frac{1}{2}$ częściach wodoru, a w tym tylko razie zupełne połączenie jest możliwem, bez straty atomu jednego lub drugiego pierwiastku.

Przy powstawaniu wody, mamy najlepszy dowód jak atomy łączą się pomiędzy sobą, to jest, że każdy atom tlenu wchodzi w przestrzeń wolną, jakie pomiędzy atomami wodoru zostają. Gdy bowiem jedną objętość tlenu pomieszamy z dwiema wodoru i spróbujemy oba gazy połączyć chemicznie, to nie powstaną, jakby sądzić należało trzy objętości pary wodnej, lecz tylko dwie. Gazy się więc zgęściły, co inaczej nastąpić nie mogło, jak tylko przez zmniejszenie wolnych przestrzeni, które poprzednio rozdzielały atomy, tak że obecnie atomy znajdują się bliżej siebie!

XXX. Wielokrotne połączenia atomów.

Jak przy wodzie widzieliśmy, że z dwóch objętości wodoru i jednej tlenu nie trzy, lecz dwie tylko objętości pary wodnej powstało, że więc ze związkiem chemicznym następuje zarazem zgęszczenie gazów, zupełnie toż samo zachodzi przy wielu innych połączeniach. Wiemy n. p., że z trzech objętości wodoru i jednej azotu, powstają nie cztery, lecz dwie tylko objętości amoniaku. Ga-

zy więc przy połączeniu chemicznem natychmiast zgęszczają się, co znowuż w inny sposób nastąpić nie może, jak tylko przez zmniejszenie próżnych pomiędzy atomami przestrzeni.

Wiele innych przypadków okazuje toż samo zjawisko, ale najłatwiej przekonać się można o istnieniu wolnych pomiędzy atomami przestrzeni, wykonywając doświadczenia na płynach.

Szklanka wody pomieszana ze szklanką kwasu siarczanego nie wyda dwóch szklanek mieszaniny, jakby się spodziewać należało, lecz znacznie mniej. Toż samo ma miejsce przy wielu innych płynach. Takiego zmniejszania objętości niepodobna inaczej objaśnić, jak tylko przez przyjęcie, że dwa płyny przenikają się wzajemnie, to jest, że atomy mieszaniny chemicznej, będą daleko bliżej siebie, aniżeli by to przy prostéj mieszaniu powinno mieć miejsce.

Możemy śmiało zaręczyć, że tysiączne czyniono doświadczenia, zanim nauka stanowczo bytność atomów przyjęła i bez wachania także dodajemy, że nieskończenie wiele badań bytność tę potwierdza tak, iż istotnie wszystkie rzeczy na świecie stałe, płynne jakoteż i gazowe, są zawsze tylko nagromadzeniem pojedynczych atomów, które przy che-

micznych związkach łączą się pomiędzy sobą, tworząc rzecz nową.

Jeśli jednak w samej rzeczy związek następuje tylko pomiędzy jednym atomem jednego i jednym drugiego pierwiastku, to jakim sposobem należy sobie objaśnić ten przypadek, gdy jeden pierwiastek tworzy z drugim kilka stopni połączeń?

Widzieliśmy, że 175 łutów azotu może się połączyć ze 100, 200, 300, 400, a nawet 500 łutami tlenu. Jakim więc to sposobem następuje, jeśli rzeczywiście pojedyncze atomy tylko łączą się z sobą? Przyjawszy że w 175 łutach azotu znajduje się tyleż atomów, co w 100 łutach tlenu, to przy połączeniu tych dwóch ilości pierwiastków, każdy atom jednego znajdzie dla siebie odpowiedni atom drugiego i wszystko powinno być skończonem. Gdzież więc układają się przybywające atomy tlenu przy wyższych stopniach połączeń?

Odpowiedź na to jest następująca:

Najprostsze połączenie chemiczne w samej rzeczy zachodzi tym sposobem, że zawsze *jeden* atom jednego pierwiastku, układa się obok *jednego* atomu drugiego pierwiastku; lecz można sobie bardzo dobrze wystawić, że w około jednego atomu ułożą się dwa lub trzy, a nawet cztery i pięć atomów drugiego pierwiastku. I to właśnie w wielu

razach zachodzić musi. Jeśli istotnie atomy azotu wywierają w pewnych okolicznościach przyciąganie na atomy tlenu, to niema żadnego powodu do przyjęcia, że ta siła przyciągania ginie zupełnie, jak tylko jeden atom azotu połączy się z jednym tlenu. Zetknięcie lub zbliżenie się tych dwóch atomów, może tylko z jednej strony mieć miejsce, dla czegożby więc druga strona atomu azotu, nie miała drugiego atomu tlenu przyciągać? A to samo może nastąpić z dwóch innych stron jeszcze, jak również w górze i na dole. Łatwo sobie wystawić, że pojedynczy atom azotu może z prawej i lewej strony, z przodu i z tyłu, u góry i na dole po jednym atomie tlenu przyciągnąć i utrzymać, tak iż z sześcioma atomami tlenu wyda związek chemiczny.

A chociaż przypadku takiego nie znamy i za najwyższe połączenie azotu z tlenem uważamy kwas azotny, w którym stale na 175 łutów azotu, idzie 500 łutów tlenu, to jednak nie można stanowczo twierdzić, abyśmy kiedyś wyższego jeszcze stopnia otrzymać nie mieli, gdzieby na 175 części azotu szło istotnie 600 części tlenu. Jako fakt możemy tu przytoczyć, że wcale niedawno poznaliśmy zupełnie nowe połączenie wodoru z tlenem, różne od wody. Nowe to połączenie zowią *wodą utlenioną* i składa się z jednego atomu wodoru i dwóch tlenu.

Właśnie ta okoliczność, że chcąc otrzymać tlenek azotu, musimy na 175 łutów użyć całe sto tlenu, że dla wyrobienia tlenniku azotu, potrzeba 200 łutów tlenu, że na kwas azotowy całe 100 jeszcze, czyli 300 łutów wzięść należy, że na kwas podazotny znowu całe 100 łutów przybyć musi, i że wreszcie chcąc mieć kwas azotny, potrzeba jeszcze użyć całego 100 więcej, czyli 500 łutów, ta powiadamy okoliczność, jest najlepszym dowodem, że każde 100 łutów tlenu zawierać musi tyleż atomów, co 175 łutów azotu, tak że chcąc otrzymać wyższy stopień połączenia, na każdy atom azotu, musimy zawsze nowy atom tlenu wprowadzić do związku.

Tak więc, przypuszczenie atomów zostało najzupełniej przez chemię stwierdzonem, i téj to nauce musimy zawdzięczyć głęboki i jasny pogląd, jak obecnie mamy o najbardziej tajemniczej części przyrody.

XXXI. Atomy i ciepło.

W najnowszych czasach, na innéj jeszcze drodze odkryto nadzwyczaj ciekawe potwierdzenie nauki o atomach.

Odkrycie o którym mówimy, polega na następujących faktach.

Przypuścmy, że ktoś postawił na stole w swoim

pokoju po kawałku wosku, żelaza, drzewa, skóry, i szklankę wody. Jeżeli później każe napalić w piecu, tak aby w pokoju była temperatura 12 stopni, to po jakim czasie wszystkie przedmioty na stole będą miały również 12 stopni ciepła.

Wprawdzie, zdawać nam się będzie, iż tak nie jest. Za dotknięciem ręką wosku i żelaza, żelazo wyda się zimniejszem, a polegając tylko na czuciu, znajdziemy różnicę temperatury we wszystkich przedmiotach; lecz różnica ta będzie niczem innym, jak tylko prostem złudzeniem.

Przekonamy się o tem próbując temperaturę przedmiotów za pomocą termometru, gdyż wszędzie spostrzeżemy 12 stopni ciepła.

Skąd więc pochodzi, że żelazo n. p., zdaje się nam zimniejszem? Pochodzi to stąd, iż ono prędko prowadzi ciepło od ręki, gdyż wspólnie ze wszystkimi metalami posiada własność dobrego przewodniczenia, czem się inne pierwiastki nie zawsze odznaczają. Zapaloną zapałkę możemy najwyborniej trzymać w palcach, bo ciepło do drugiego końca nie dochodzi. Lecz jeśli równą co do wielkości igliczkę ogrzejemy w jednym końcu, to za drugi ująć jej nie będziemy mogli, ponieważ ciepło prędko się w żelazie rozszerza, czyli, że żelazo wspólnie z innymi metalami dobrze ciepłu przewodniczy.

Gdy dotkniemy żelaza ogrzanego na 12 stopni, to ono od cieplejszej ręki, ciepło odbierze. Gdyby to ciepło pozostawało na miejscu, żelazo wydałoby się tak jak każdy inny przedmiot mający temperaturę 12 stopni. Lecz żelazo odebrane ciepło natychmiast prowadzi dalej, i ciągle nowe zabiera, a to właśnie budzi w nas poczucie, jak gdyby żelazo zimniejszym było od wosku, co w rzeczy samej miejsca niema.

Niezawodną bowiem jest prawdą, o czém się zresztą za pomocą najściślejszych doświadczeń przekonać można, że w pokoju przez pewien czas jednostajnie ogrzanym, wszystkie rzeczy mają jednakową temperaturę.

Zupełnie co innego zachodzi, gdy rzeczy te o jeden stopień termometru zechcemy uczynić cieplejszemi. Przypniemy, że wosk na 12 stopni, należy ogrzać do 13, to musimy koniecznie dostarczyć mu pewną ilość ciepła, i toż samo rozumie się o żelazie, drzewie, skórze i wodzie, jeśli życzymy sobie mieć je o jeden stopień cieplejszemi. Ilość jednak ciepła potrzebna do tego, będzie bardzo rozmaita. Przypuśćmy, że wszystkie przedmioty są jednakowej wielkości, i że obok istnieje pokój na 13 stopni ogrzany, jeżeli więc stół wraz z przedmiotami przeniesiemy do drugiego pokoju, to da się zauważyć

że żelazo najprędzej przyjmie temperaturę otaczającą. Długo potem, skóra dopiero okaże 13 stopni, później woda, a najpóźniej drzewo.

Różnica taka okazuje się nietylko na czterech przytoczonych przedmiotach, ale i przy wszystkich rzeczach na świecie, i aby zjawisko to traktować nieco bardziej naukowo, przypuśćmy, że zamiast czterech powyższych przedmiotów, mamy na stole cztery chemiczne pierwiastki n. p. żelazo, ołów, cynę i siarkę, i na nich powtórzmy doświadczenia. Otóż okaże się, że ołów najprędzej przyjmie wyższy stopień ciepła, a następnie cyna. Prawie jeszcze raz tyle czasu upłynie zanim żelazo stanie się o jeden stopień cieplejszym, siarka potrzebuje na to znów jeszcze raz tyle czasu co żelazo.

Genialni badacze przyrody najnowszych czasów, rozciągnęli powyższe doświadczenie z największą w świecie starannością, do wszystkich chemicznych pierwiastków, i ściślemi liczbami oznaczyli, jak się w tym względzie każdy z nich zachowuje. W końcu uczynili oni wspaniałe odkrycie, że to zjawisko w najściślejszym zostaje związku z atomami pierwiastków, i z liczbami, któremi też wchodzi w połączenia chemiczne.

XXXII. Co nazywamy ciepłem gatunkowym pierwiastków i jak się atomy ogrzewają.

W ostatnim przykładzie widzieliśmy, że ołów

najprędzej przyjmuje wyższy stopień ciepła, i ścisłe próby, rozmaitemi sposobami dokonane, okazały, iż on ogrzewa się o jeden stopień termometru przeszło sześć razy prędzej, niż siarka.

Na zapytanie skąd to pochodzi? nauka wsparta na najnowszych badaniach, daje następną odpowiedź:

Wiadomo z chemii, że chcąc otrzymać związek pomiędzy siarką i ołowiem, potrzeba zawsze na 1290 części na wagę ołowiu, użyć 200 części siarki czyli przeszło sześć razy więcej ołowiu, niż siarki.

Lecz wiemy dalej z nauki o atomach, że przy takim połączeniu zawsze jeden atom siarki, przylega do jednego atomu ołowiu. Z tego wypływa, że n. p. w 1290 funtach ołowiu, znajduje się tyle pojedynczych atomów, co w 200 funtach siarki, czyli raczej, że w jednym funcie ołowiu znajduje się przeszło sześć razy mniej atomów, niż w funcie siarki. Jeżeli więc zechcemy funt ołowiu i siarki ogrzać o jeden stopień wyżej, to w siarce mamy do ogrzania przeszło sześć razy tyle atomów co w ołowiu, i dla tego też przy siarce trwa to sześć razy dłużej.

Krótko mówiąc da się to następnie wyrazić. Każdy atom siarki przyjmuje ciepło tak prędko, jak atom ołowiu, ale że w funcie siarki znajduje się

sześć razy tyle atomów, co w funcie ołowiu, przeto ołów ogrzewa się sześć razy prędzej.

Zobaczmy też co z innemi pierwiastkami zachodzi.

Jeśli zechcemy ogrzać o jeden stopień, n. p. funt cyny, tu zużyjemy tylko czwartą część tego ciepła, które funt siarki o jeden stopień podnosi. Cyna więc ogrzewa się cztery razy prędzej niż siarka. Probując cynę z siarką połączyć chemicznie, znajdziemy, że na 730 części cyny, potrzeba 200 części siarki. Że zaś mamy prawo przypuszczać, iż 730 funtów cyny zawiera tyle atomów, co 200 funtów siarki, przeto jeden funt siarki będzie miał cztery razy tyle atomów, co funt cyny. Z tego wypływa, że chociażby pojedyncze atomy tych pierwiastków równie prędko się ogrzewały, zawsze funt siarki do ogrzania musi potrzebować cztery razy tyle czasu, co funt cyny, bo w nim istotnie jest cztery razy więcej atomów.

Doświadczenie okazuje, że funt żelaza ogrzewa się dwa razy prędzej jak funt siarki. Uważając jak te pierwiastki łączą się z sobą, znajdziemy, że na 350 części żelaza, idzie do związku 200 części siarki, co znaczy, że w 350 funtach żelaza jest tyleż atomów co w 200 siarki. Widzimy więc, że w funcie siarki istnieje dwa razy tyle atomów, co w funcie

żelaza, z czego wypływa, że siarka musi być dwa razy tak długo ogrzewaną, aniżeli w równej wadze żelazo.

Jeśli teraz zaręczymy, że po pierwsze: liczby daleko ściślej zgadzają się, aniżeliśmy tu dla ułatwienia podali, że powtórę: zgodność pomiędzy ogrzewaniem, a liczbą atomów istnieje nietylko przy pierwiastkach wymienionych, ale i przy wszystkich ciałach stałych; że potrzebie: małe różnice jakie się niekiedy spotykają, policzyć można na rachunek bardzo trudnych do uniknięcia błędów doświadczenia, to każdy przyzna, że teoria atomów wyprowadzona przez chemię, znajduje najświetniejsze poparcie przy badaniu praw ogrzewania, czyli przy obserwacjach czynionych nad „gatunkowem“ ciepłem pierwiastków, jak to naukowo zowią.

Wprawdzie ta zgodność stosuje się tylko do ciał *stałych*, podczas gdy gazy, wcale nie ogrzewają się w stosunku do liczby ich chemicznych atomów, lecz i tu nie należy co następnie podamy, z pod uwagi wyłączać.

Ciała lotne rozszerzają się przez ogrzewanie nadzwyczaj silnie, a przy każdym rozszerzaniu budzi się znów zimno. Spostrzeżenia więc nad prawdziwym ogrzewaniem ciał lotnych, są niesłychanie trudne, bo nie wiemy, o ile rozszerzanie ogrzewaniu

przeciw działa. Pomimo to jednak, doświadczenia okazują, że wszystkie gazowe pierwiastki, jak n. p. tlen, wodor, azot w podobny sposób zgadzają się pomiędzy sobą w ogrzewaniu i w związkach chemicznych, tylko co dziwna, że właśnie dwa razy dłużej muszą być ogrzewane, aniżeli to z liczby ich atomów wypływa. Okoliczność ta jednak może tylko przyczynić się do poparcia teorii atomistycznej, gdyż za pomocą niej, uda się może wynaleść przyczynę różnicy, jaka pomiędzy stałemi a lotnemi ciałami istnieje, przyczynę, która dla nas dziś jeszcze jest tajemnicą przyrody.

Nieulega wątpliwości, że w przyrodzie jest jeszcze wiele tajemnych przyczyn, których naturaliści nie znają, i w następnym rozdziale powiemy o jednej z takich, nad którą dzisiaj bardzo usilnie pracują.

XXXIII. Prawa mieszanin gazowych.

Tajemnica przyrody, którą jak powiedzieliśmy nauka stara się obecnie zbadać, nazwaną została prawami mieszanin gazowych.

Co pod tem rozumieć należy, wykaże nam najlepiej doświadczenie, wykonane z największą starannością w Paryżu.

W piwnicach gmachu Akademii nauk w Paryżu,

na miejscu, gdzie przekonano się najsumienniej, że żadne wstrząśnienie z ulicy wpływu nie wywiera, postawiono duże naczynie pełne kwasu węglanego. Nad tem naczyniem umieszczono drugie, które jednak pierwszego nie dotykało, i to drugie napełniono wodorem, następnie oba połączono cienką rurką szklaną. Gdy po kilku dniach gazy zawarte w naczyniach poddano badaniu, okazało się, że tak w dolnem, jak i w górnem istnieje najdoskonalsza mieszanina, że więc za pomocą rurki szklanej gazy przeszły do góry i na dół.

Lecz wiadomo z doświadczeń, że kwas węglany i wodor nie wchodzą w związek chemiczny, chemiczne więc przyciąganie miejsca tu mieć nie mogło. Dalej wiadomo, że kwas węglany jest piętnaście razy cięższym od wodoru, ciężki więc gaz na dole, a lekki wodor w górnem naczyniu, pozostać był powinien. Tak należałoby nawet sądzić, że pomieszawszy oba gazy w jednym naczyniu, to wodor z powodu swojej lekkości, oddzieli się i pójdzie do góry, gdy tymczasem ciężki kwas węglany na dnie pozostanie, przez co wodor powinien by się znajdować w górnej części naczynia, a kwas węglany w dolnej. Tymczasem dzieje się wprost przeciwnie. Mieszanina gazów zachowuje się wbrew ogólnym

prawom ciężkości i widocznie podług nieznanego jeszcze prawidła.

Na pierwszy rzut oka mogłoby się zdawać, że zagadka téj mieszaniny nie jest wcale tak ważną, aby nad nią warto było czynić tyle doświadczeń, lecz ma ona swoje głębsze znaczenie nie tylko dla nauki, ale nawet i w praktycznym względzie, gdyż właśnie prawu mieszanin gazowych, zawdzięczamy nasze życie i oddychanie.

Już 50 lat temu poznano, że powietrze składa się z mieszaniny tlenu i azotu. Alexander Humboldt okazał za pomocą doświadczeń, że te gazy znajdują się zawsze i wszędzie w jednym i tym samym stosunku. Badał on powietrze w napełnionych teatrach, gdzie tysiące ludzi zabierało tlen przy oddychaniu, a wydzielało kwas węglany, i znalazł, że tu nawet, zawsze na cztery części azotu idzie jedna część tlenu. Ten sam wypadek okazał się przy poszukiwaniu powietrza na wysokich górach, i w rozmaitych warstwach atmosfery, gdyż badacz ten rozbierał powietrze różnych wysokości, które dostawał balonem. Wszędzie okazało się, że na 100 objętości powietrza, idzie 79 azotu i 21 tlenu.

Jeżeli to samo jest już niezmiernie ważnem dla życia ludzi i zwierząt, gdyż inny stosunek bezwątpienia wpłynąłby szkodliwie na zdrowie, to daleko

jeszcze ważniejszą jest ta okoliczność, że kwas węglany, który wydychamy, nie opada na dno, chociaż jest cięższym od zwyczajnego powietrza, ale w miejscach nawet najspokojniejszych, miesza się doskonale z atmosferą i dosięga aż do jej najwyższych krańców. Gdyby to nie następowało, musielibyśmy w pokojach, lub też w miejscach od wiatru zabezpieczonych, dusić się w naszym własnym oddechu.

Lecz co to za siła tajemna, pomięszanie gazów sprowadza?

Nauki przyrodzone nie mają jeszcze odpowiedzi w tym względzie, gdyż obecnie starają się dopiero samo zjawisko ściśle zbadać, za pomocą różnych doświadczeń. Zasłużony chemik angielski Graham, zajmuje się właśnie tym ważnym przedmiotem, a wypadki prac jego są jeszcze nie znane. Ze wszystkiego jednak co dotąd wiadomo, da się wyciągnąć wniosek, że podobnie jak siła chemiczna atom z atomem spaja, istnieje także jakaś siła, która jednostajne mieszaniny sprowadza, nawet gdy prawdziwe połączenie chemiczne nie zachodzi.

Być może, że to nie objaśnione zjawisko, to jednostajne mieszaniny się atomów rozmaitych gazów, jest pierwszą przyczyną, albo tylko przedwstępem chemicznego przyciągania.

XXXIV. Jak chemia i elektryczność są z sobą spokrewnione.

Tajemnice chemicznych połączeń staraliśmy się dotychczas objaśniać tem, że w atomach istnieje siła przyciągania, która sprawia, że pojedyncze atomy różnych pierwiastków dążą do wzajemnego połączenia, albo że w pewnych przypadkach kilka atomów jednego pierwiastku, nakłada się na jeden atom drugiego pierwiastku.

Lecz to objaśnia tylko czytelnikom naszym, dlaczego pewne części wag jednego pierwiastku, łączą się ze ściśle oznaczonymi wagami drugiego, a zawsze jeszcze pozostaje pytanie: co to jest właściwie za siła, która w atomach spoczywa? Czy ona nie okazuje się w innych jeszcze przypadkach, jak przy chemicznych połączeniach? Czy ta siła jest zupełnie nową, atomom właściwą, czy też może widzieliśmy ją już gdzieindziej, nie wiedząc jednak że i chemiczne połączenia do skutku przywodzi?

Na te pytania zwróciła nauka szczególną uwagę, i dość pewną odpowiedź znalazła, co w krótkości i jasno postaramy się tu wyłożyć.

Od czasu, jak elektryczność i chemię ściślej badać poczęto, okazało się niewątpliwie, że przy każdej chemicznej zmianie, występują zarazem zjawiska elektryczne, oraz co poczęści jeszcze bardziej

uderza, że przy ruchach elektrycznych strumieni, występują działania chemiczne.

- Już to prowadziło na myśl, że chemia i elektryczność muszą być z sobą spokrewnione, chociaż się w zjawiskach tak nadzwyczajnie różnią.

- Gdy wszakże uczyniono odkrycie, że za pomocą elektrycznych strumieni, można wywołać najpotężniejsze działania chemiczne, a z drugiej strony, gdy za pomocą multiplikatora, ostatecznie stwierdzono, że jest zupełną niemożliwością, aby następowała jakaś chemiczna zmiana, bez udziału przytem elektrycznych strumieni, natenczas rozszerzyło się pojęcie, że siły chemiczna i elektryczna muszą być jedne. Postępując dalej na téj drodze, znaleziono istotnie w elektryczności przyczynę chemicznych zjawisk i możemy teraz dać odpowiedź na powyżéj postawione pytanie, że szukana siła chemiczna, jest właściwie siłą elektryczną, która oprócz swych zwykłych zjawisk sprowadza jeszcze *przemiany chemiczne*.

W rzeczy saméj, działaniom strumieni elektrycznych, zawdzięczamy najważniejsze chemiczne odkrycia. Przytoczymy tu kilka z nich.

- Przed rokiem 1807 nikomu się nie śniło, że pewne rzeczy, na które codziennie patrzymy, lub z którymi często mamy do czynienia, są właściwie

metalami połączonemi z tlenem, kwasem węglanym lub innym jakim pierwiastkiem. Wapno n. p. jest niezawodnie bardzo znanym materiałem i od tysięcy lat przez ludzi używanym, a nieumiano nawet w mądrej starożytności więcej o nim powiedzieć, jak tylko, że jest rodzajem ziemi. Tlenek potasu, główna składowa część handlowego potażu, oraz tlenek sodu, główna składowa część handlowej sody, nie mniej dobrze są znane. Że jednak te rzeczy są zupełnie czém inném, aniżeli na pozór wyglądają, o tem dopiero przekonano się przez chemiczne działanie galwanicznego stosu.

W roku 1807 Davy, jeden z najzasłużeńszych naturalistów nowszych czasów, umieścił kawałek potażu pomiędzy biegunami silnego galwanicznego stosu i spostrzegł ze zdziwieniem, że strumień elektryczny przechodząc przez potaż, rozkłada go na dwie składowe części, z których jedną jest zwyczajny tlen, a drugą srebrzysty, biały, bardzo lekki metal. Zauważył on przytem, że srebrzyste kuleczki tworzące się na galwanicznym biegunie, w powietrzu natychmiast stają się znowuż białemi i podobnemi do soli, to jest, że znów w potaż przechodzą. Zrozumiał on to zjawisko bardzo dobrze i pojął z łatwością, że potaż musi być jakimś dotąd nie znanym metalem, który z wielką chciwością przycią-

ga tlen i z nim się łączy tak, że w naturze nigdzie go w stanie odosobnionym znaleźć nie można. Davy nazwał metal ten potasem (kalium, potassium) i dziś można go już otrzymać na innéj jak galwaniczna drodze.

Podobnie postąpiono z sodą, w której za pomocą galwanizmu, odkryto metal *sod* (sodium). Wapno, gips, marmur, krédę również poddano działaniom stosu i przekonano się, że wszystkie te rzeczy są połączeniami jednego metalu, nazwanego wapem (calcium).

Gdy zauważano jak ważnemi dla chemii są strumienie elektryczne, probowano osiągnąć większe skutki i chemiczne działanie elektryczności bliżej poznać, co my obecnie także chcielibyśmy uczynić.

XXXV. Działania chemiczne elektrycznych strumieni.

Na początku już obecnego stulecia, naturaliści Carlisle i Nicholson uczynili odkrycie, że umieściwszy bieguny silnego galwanicznego stosu, w odpowiednio urządzonej naczyniu z wodą, przy ujemnym biegunie zbiorą się pęcheżyki wodoru, a przy dodatnim tlenu, który z metalem stanowiącym biegun, łączy się chemicznie. Później wpadnięto na myśl używania za biegun dodatni srebrnego lub platynowego drutu, a że te metale nie łatwo wyda-

ją połączenia z tlenem, zauważano więc, że przy dodatnim biegunie również zbierają się pęcheżyki tlenu. Skąd jednak pochodzą te gazy? Pochodzą one stąd, że strumień elektryczny rozkłada wodę na jej pierwiastki chemiczne, rozrywa związek pomiędzy wodorem i tlenem, tak, że oba te gazy poprzednio wodę stanowiące, teraz w postaci pęcheżyków wolno uchodzą.

Doświadczenie to dzisiaj wykonać bardzo łatwo, gdyż przyrządy doń nadzwyczaj ulepszono, tak, że jesteśmy w stanie przed oczami każdego małą ilość wody rozłożyć na oba gazy, aby go naocznie przekonać, że woda jest czemś zupełnie innym, aniżeli by o tem z pozoru sądzić można było.

Każdy z naszych czytelników może sobie wystawić, że nieomieszkało wszystkich możliwych pierwiastków atomicznych poddawać działaniom elektrycznego strumienia, i możemy zaręczyć, że prawie niema połączenia, któreby się za pomocą galwanicznych strumieni rozerwać nie dało. Że tym sposobem wyłączono ze związków zupełnie nowe pierwiastki, wspomnieliśmy o tém powyżej.

Lecz jak żeż to następuje? Skąd pochodzi siła galwanicznego prądu mogąca działania chemiczne wywoływać? Co elektryczność może mieć do czy-

nienia z siłą chemiczną, która zdaje się do niej wcale nie podobną?

Odpowiedź na powyższe pytania podano dopięro po bardzo dokładnem zbadaniu, gdyż musimy wyznaczyć, że w naukach przyrodzonych, panuje wielka nieufność do prędkich odpowiedzi i chociaż w dziedzinie tychże nauk nie brakuje głów, mających zaraz gotową odpowiedź, to przecież odpowiedź taka choćby była bardzo trafną, nie prędjéj wyrabia sobie całkowite znaczenie, aż odkryje się znaczna liczba faktów dowodzących, że jest niewątpliwą, a przynajmniej w najwyższym stopniu prawdopodobną.

Odpowiedź na powyższe pytania z całą możliwą ścisłością podana, krótko mówiąc brzmi następnie:

Wyobrażano sobie dotychczas, że istnieje chemiczna siła tkwiąca w atomach i sprowadzająca chemiczne połączenia i zmiany pierwiastków, lecz to jest *błędem*. Co uważano za osobną siłę chemiczną, jest tylko elektryczną siłą atomów, a cała chemija tylko zjawiskiem elektryczności, jedną gałęzią działań téj całej, świat materyalny przenikającej siły.

Wprawdzie, odpowiedź ta zdaje się na pierwszy rzut oka dość śmiałą, i też nie mało znalazła przeciwników, lecz łatwo się na nią zgodzić, zważyw-

szy, iż w naturze nie zachodzi taki rozdział sił, jak to w naszych dziełach naukowych ma miejsce. W prawdziwym świecie tajemne siły są ściśle z sobą połączone, i prawdopodobnie nawet od jednej ogólnej pochodzą, którą my tylko rozdzielamy sobie na wiele pojedynczych, bo w całości jeszcze jój nigdy ująć nie zdołano.

Jak człowiek rozdziela czas na godziny, dni, lata, wieki, chociaż wie, że rozdział podobny wistocie nie istnieje, tak samo nauka dzieli jedno wielkie zjawisko przyrody na wiele drobnych, i jak człowiek podziału czasu używa za środek pomocniczy do oznaczenia jakiej chwili z szeregu wiecznych przemian, podobnie i nauka dzieląc całą naturę na pojedyncze wydziały, chce tylko ułatwić całkowite jój ujęcie badawczym umysłem.

Każdy kamyczek, który bez uwagi nogą potrącamy, należy w dziedzinie nauk przyrody do wielu oddzielnych wydziałów. Mineralog zna jego powstanie, chemik wykrywa składowe części, fizyk bada gatunkowe ciepło, gatunkową ciężkość, załamywanie światła, spojność, własności elektryczne, a przy każdym z tych poszukiwań, przypuszcza się jakaś osobna siła w kamyku czynna. Lecz sama natura, tworząc kamyk, trudno aby pamiętała o tych wszystkich naukowych wydziałach, i pra-

wdopodobnie czynną wtedy była w swojej jedności, której różnaitość pochodzi tylko od różnego przejawiania się.

A jeżeli z tego punktu zapatrywania spojrzymy na rzeczy, to zmuszeni będziemy uznać za wielki krok postępu, gdy stanowczo dowiedzionem zostanie, że dwie siły, które nauka osobno traktuje, jak to z elektrycznością i chemią ma miejsce, ściśle biorąc są tylko jedną i tąż, samą, która się tylko w rozmaity sposób objawia.

XXXVI. O elektro-chemicznej tajemnej sile.

Zobaczmy jak też wyjaśni się cały tajemny przebieg chemii, gdy zawezwiemy elektryczność na pomoc i zamiast dwóch różnych, jak dotychczas było, przyjmiemy jedną tylko „elektro-chemiczną“ siłę.

Wyjaśnienie, jakie elektro-chemiczna teoria podaje na zjawiska chemii, zależy głównie na następującém:

Wiemy już, że przy zetknięciu miedzi i cynku, następuje pewien elektryczny rozdział w obu metalach. Cynk stanie się dodatnio-elektrycznym, miedź ujemnie. Za pomocą odpowiednich przyrządów, można silne nawet elektryczne strumienie wy-

wołać, jakieśmy widzieli przez proste zetknięcie tych dwóch metali. Jakakolwiek może być przyczyna tego zjawiska, to przecież nie ulega wątpliwości, że przed zetknięciem, ani miedź, ani cynk żadnych elektrycznych zjawisk nie okazywał, oraz że siła elektryczna, wystąpiła dopiero za zbliżeniem do siebie metali.

Otoż, powie elektro-chemik, bardzo jest prawdopodobnem, że taki rozdział elektryczności następuje we wszystkich pierwiastkach chemicznych, gdy się atomy ich stykają. Atom jednego pierwiastku będzie elektro-ujemnym, a atom drugiego dodatnim. Że zaś wiemy, iż dodatnia i ujemna elektryczność przyciągają się wzajemnie, przeto łatwem jest do pojęcia, że dwa różne atomy przyciągną się, gdyż będą przeciwnie naelektryzowane. I w ten sposób następuje połączenie dwóch atomów i utrzymywanie w związku z pewną siłą, która przecież nie jest żadną i inną, jak elektryczną.

Jeżeli się atomy istotnie tak zachowują, to powiadamy, że połączyły się chemicznie; lecz wyrażenie nie będzie zupełnie ścisłym. Powinnibyśmy raczej powiedzieć, że atomy połączyły się *elektrycznie*, gdyż to co je wiąże, jest wywołane przy zetknięciu przeciwną elektrycznością.

Wprawdzie możnaby zapytać, dla czego związek

nie następuje przy zetknięciu miedzi z cynkiem? Dla czego elektryczności rozdzielają się ciągle i ujemne strumienie idą przez cynk, a dodatnie przez miedź, bez zachodzenia pomiędzy metalami tego, co zazwyczaj chemicznem połączeniem zowiemy? Odpowiedź na to jest bardzo prostą.

Gdybyśmy byli wstanie pojedynczy atom cynku, zetknąć z pojedynczym atomem miedzi, to natenczas niezawodnie przyciągnęłyby się i wydały to, co zowiemy związkiem chemicznym. Powstałaby wtedy para atomów—połączenie miedzi z cynkiem. Lecz pojedynczego atomu cynku przygotować nie możemy, a nie mniej także i miedzi. W najmniejszym kawałku cynku lub miedzi, atom jest jeszcze połączony z całą masą innych, a nie wolny. Przytem, oba metale są przewodnikami elektryczności. Rozdział następuje wprawdzie i zachodzi ciągle na miejscu zetknięcia, lecz wolna elektryczność natychmiast przejdzie do obu metali, a skoro przylutujemy do nich druty i końce tychże połączymy, to powstanie łańcuch zamknięty, w którym rozdzielone przy zetknięciu elektryczności, będą się ciągle łączyły. Nie zajdzie więc to, co nazywamy połączeniem chemicznem atomów, lecz nastąpi zrównoważenie elektryczności innego rodzaju, za pomocą strumieni.

Jeżeli jednak dwa atomy innych pierwiastków spotkają się z sobą, a jeden z nich lub oba będą w stanie wolnym, nie posiadając przytem własności dobrego przewodnictwa, to muszą przyciągnąć się wzajemnie i czynią to w istocie, skutkiem wzbudzonych przeciwnych elektryczności. Atom więc układa się przy atomie i tworzy parę, a wtedy mówimy że się połączyły chemicznie.

W rzeczy samój, doświadczenia potwierdzają tę hipotezę. Dwa suche stałe pierwiastki nie łączą się z sobą. Siarka i żelazo mogą przez wieki leżeć przy sobie, a w połączenie nie wejdą. Chcąc otrzymać związek chemiczny dwóch pierwiastków, musimy przynajmniej jeden z nich przyprowadzić do stanu, w którym atomy nie tak ściśle trzymają się siebie i natenczas istotnie w wielu przypadkach połączenie następuje. Gdybyśmy mogli tlen zamienić na ciało stałe, to związek pomiędzy nim a potasem nie nastąpiłby, pomimo, że powinowactwo tych dwóch pierwiastków jest tak niezmiernie wielkiem. Jako suche, stałe, ciała leżałyby one przy sobie nie wchodząc w żadne połączenie. Natomiast wiemy, że tlen gazowy, dla tego właśnie że gazowy, i atomów swych w ścisłym związku nie utrzymuje, jest niebezpiecznym sąsiadem dla potasu. Połączenie chemiczne następuje pomiędzy nimi z wielką ener-

gią. A toż samo zachodzi ze wszystkimi pierwiastkami wchodzącymi w związek i potwierdza właśnie przynajmniej w tym względzie, przez nas wypowiedziane zdanie.

Lecz potwierdzenie to jest jeszcze samo w sobie bardzo nieznacznem, gdyż przekonamy się zaraz, że właściwe chemiczne tajemnice, pięknie dają się wytłumaczyć, gdy do pomocy zawezwiem siłę elektryczną.

XXXVII. Wyjaśnienie chemicznych zjawisk za pomocą siły elektrycznej.

Aby się przekonać jak wiele ma prawdy za sobą teorya, podług której siła chemiczna jest niczem innym jak siłą elektryczną atomów, przedewszystkiem przytoczym jedną okoliczność.

Zwracaliśmy już uwagę na tę osobliwość, że dwa chemiczne pierwiastki, silniej i prędziej się łączą, im są mniej podobne. Metale wszystkie mają do siebie pewne podobieństwo. Miedź, cynk, srebro, złoto, żelazo, ołów, różnią się wprawdzie we własnościach, ale w naturze wewnętrznej są przecież bardzo blisko spokrewnione. Dla tego też nie mają najmniejszego powinowactwa do łączenia się chemicznie. Z drugiej strony, niema z pewnością nic mniej podobnego na świecie, jak tlen i żelazo,

a pociąg do łączenia ich między sobą, jak w ogóle powinowactwo wszystkich metali do tlenu, jest bardzo wielkie. Zupełnie toż samo okaże się, gdy zechcemy uważać takie pierwiastki, które w naturze swojej zbliżają się do tlenu, jak n. p. chlor, brom, jod, fluor, a jednak nie mają one szczególnego pociągu do łączenia się z tlenem. Przeciwnie nawet, w pewnych okolicznościach, często zastępują one tlen, i gdy tenże był połączonym z metalem, wypełniają jego miejsce.

Stąd i z całego szeregu różnych doświadczeń i uwag, wypływa z wszelką pewnością, że chemiczne powinowactwo dwóch pierwiastków jest tém silniejsze, im pierwiastki mniej się w naturze swojej zbliżają.

Porównywając to z elektrycznością, znajdziemy podobne zachowanie się. Kuleczka naładowana dodatnią elektrycznością, przyciąga drugą, posiadającą elektryczność ujemną, przeciwne więc, posiadają pewien popęd do siebie i szukają się wzajemnie. Natomiast też same elektryczności, tak dodatnie jako też ujemne, odpychają się zobopólnie.

Przyjąwszy teraz, że wszystkie 60 pierwiastków gdy się parami spotykają, elektryzują się rozmaicie pod względem siły, to największa liczba zagadek chemii rozwiązana zostanie.

Gdy n. p. nastąpi zbliżenie atomu tlenu z atomem potasu, to należy sobie tylko pomyśleć, że z niemi zachodzi toż samo co z miedzią i cynkiem. Atom tlenu będzie ujemnie elektrycznym, a atom potasu dodatnio. Są one w tém podobne do owych dwóch kuleczek, posiadających ciągle elektryczności przeciwne i dla tego przyciągają się i silnie trzymają. Tlen i potas wydają przy zetknięciu najsilniejszy rozdział elektryczności, i z tego właśnie powodu, powinowactwo ich do łączenia się jest najsilniejsze, jakie tylko w chemii znajdujemy. Chcąc wyrobić najtrwalsze połączenie chemiczne, to należy tylko kawałek czystego metalu potasu zostawić w powietrzu. W jednej chwili nastąpi silny związek pomiędzy nim a tlenem, gdyż oba przy wzajemnem zetknięciu, sprowadzają najsilniejszy rozdział elektryczności.

Tlen z sodem zachowuje się podobnie, tylko nieco słabiej. Atom tlenu z atomem sodu nie tworzą już tak silnej elektrycznej sprzeczności. Sod nie jest już tak silnie dodatnio elektrycznym jak potas. Tlen i żelazo nabywają także przy zetknięciu przeciwnych elektryczności, ale już w znacznie słabszym stopniu; dla tego też pomiędzy tlenem i żelazem następuje związek, ale nie tak szybki i silny. Żelazo więc jest mniej dodatnio-elektrycznem, niż sod.

Tym sposobem można wszystkie 60 pierwiastków ułożyć w szereg, którego pierwsze ogniwo tlen, będzie najbardziej ujemnym, a ostatnie potas, najbardziej dodatnim. Powinowactwo więc pierwiastków do łączenia się chemicznego i różne stopnie tego powinowactwa, zostaną najzupełniej wyjaśnione, bez potrzeby przypuszczania żadnej innej siły, jak tylko elektrycznej, której bytu zaprzeczyć nie jesteśmy w stanie.

Okażemy teraz jak za pomocą téj hipotezy nie tylko połączenia chemiczne, ale i rozkłady dadzą się łatwo pojąć i objaśnić. Przedtem jednak chcielibyśmy powiedzieć, że podobny szereg, takie uporzędkowanie pierwiastków, jakieśmy podali, dokonaniem zostało przez największych badaczy przyrody naszego czasu, oraz że je z wszelką pewnością za słuszne przyjąć możemy. Lecz do prawdziwego niezmiennego ustalenia jeszcze i tu dojść nie zdołano, a głównie z tego powodu, że tak chemiczne jak i elektryczne zachowanie się dwóch pierwiastków do siebie, zależy często od różnych okoliczności, które porównanie z innymi okolicznościami znacznie utrudniają. Za fakt możemy tu tylko przyjąć, że jakkolwiek mogą być różne poglądy na tajemną, wewnętrzną naturę chemii, to jednak nikt nie zaprzeczy ściśle o połączenia teje, z istotą elektryczności.

XXXVIII. Wyjaśnienie chemicznych połączeń i rozkładów za pomocą elektro-chemicznej teorii.

Z tą samą łatwością, z jaką proste chemiczne połączenie dwóch pierwiastków da się objaśnić, przyjmując elektryczność za tajemną siłę przy tem działającą, z tą samą mówimy łatwością, wyjaśnia się także każdy chemiczny rozkład, lub każde połączenie wyższego rzędu.

Postaramy się to okazać na przykładzie, który już często przytaczaliśmy. Skoro kawałek potasu wrzucimy do wody, to on zabierze wodzie tlen, a wodor wyłączy w postaci pęcherzyków powietrznych, wydobywających się do góry. Zmiana ta, za pomocą siły elektrycznej da się bardzo łatwo wykonać. Podług doświadczeń podanych już w poprzednim rozdziale, znaleziono, że potas jest najbardziej elektro-dodatni ze wszystkich pierwiastków, a tlen najbardziej ujemny. Wodor stoi jakoś blisko środka, w porównaniu jednak z potasem, jest przeciwieństwo elektro-ujemny. W wodzie był ujemny tlen, połączony z dodatnim względem niego wodorem, lecz skoro przybędzie rzecz tak dodatnia jak potas, ujemny tlen opuści dotychczasowego słabo dodatniego towarzysza i wejdzie w nowy związek z silnie dodatnim. Gdyby był pierwiastek bardziej

ujemny niż tlen, natenczas potas połączyłby się z tym nowym uwalniając tlen.

W podobny sposób można sobie wyjaśnić każdą chemiczną zmianę, gdzie zawsze jeden lub dwa nowo przybywające pierwiastki, znoszą istniejące przyciąganie chemiczne, sprowadzając inne. W tych razach, działa zawsze silniejsza elektryczna sprężność przeciwko słabszej.

Dlaczego jednak, możnaby przy powierzchniowym rozważaniu zapytać, elektryczny strumień często sam jest w stanie rozkład połączenia chemicznego wywołać? Wiemy, że wprowadzając bieguny silnego galwanicznego stosu do szklanki wody, woda rozłoży się na pierwiastki. Chemiczne połączenie więc zostanie tu zniesionem i za pomocą odpowiednich przyrządów okazać można, jak strumień elektryczny wydzieli z wody z jednej strony tlen, a z drugiej wodor. Nie wtajemniczony, uzna to niezawodnie za rzecz bardzo dziwną, będzie on rozumował, że jeżeli połączenie chemiczne polega tylko na sile elektryczności, to strumień elektryczny, przechodząc przez wodę, powinienby połączenie jeszcze bardziej utrwalać, a nie znosić.

Lecz przypomnijmy sobie, że bieguny galwanicznego stosu posiadają elektryczność przeciwną.

Biegun pochodzący od cynku posiada elektryczność dodatnią, a od miedzi ujemną. Woda składa się również z dwóch przeciwnie naelektryzowanych atomów, które się wzajemnie przyciągają. Ujemny tlen utrzymuje w związku dodatni wodor. Jeżeli więc wprowadzimy do wody bieguny silnego stosu, to biegun dodatni jako obdarzony znaczną siłą elektryczną, przyciągnie do siebie ujemny atom wody, podczas gdy biegun ujemny toż samo wykona z atomem dodatnim. Ujemny tlen uda się zatem do dodatniego bieguna, a dodatni wodor do ujemnego, przez co naturalnie rozkład wody nastąpić musi.

Rozważając uważniej wszystko co tu zachodzi, okaże się, że silniejsza elektryczność galwanicznego stosu znosi słabszą, która tworzyła wodę. Ujemny atom tlenu, traci skutkiem tego, dodatni atom wodoru, z którym poprzednio był połączony, bo biegun cynkowy stosu jest bardziej jeszcze elektro-dodatnim, i podobnie dodatni atom wodoru, opuszcza tlen, znajdując bardziej ujemny biegun wychodzący od miedzi.

A to cośmy widzieli na wodzie, zachodzi ze wszystkimi chemicznymi płynami. We wszystkich przypadkach elektro-dodatnia część płynu, udaje się do ujemnego, a elektro-ujemna do dodatniego bieguna stosu, i w pewnych okolicznościach nastę-

puje prawdziwe osiadanie rozpuszczonych chemicznie pierwiastków na biegunach, tak że na drodze galwanicznej, możemy złoto, srebro, miedź, lub inny jaki pierwiastek w płynie rozpuszczony, zebrać na odpowiednim biegunie stosu.

Na tem właśnie polega galwano-plastyka, jeden z najciekawszych wynalazków nowszego czasu, o której chcemy nieco czytelnikom naszym powiedzieć w ten sposób, aby każdy komu to przyjemność sprawia, znalazł w nas przewodnika do własnych w tym rodzaju doświadczeń. Podobne zajęcie, które mało czasu, jeszcze mniej trudu i najmniej pieniędzy kosztuje, ma to w sobie dobrego, że bawiąc, nadzwyczaj wiele uczy i pobudza ducha do dalszych myśli, do dalszych badań przyrody.

XXXIX. Galwano-plastyka.

Chociaż oddawna wiedziano, że wszystkie chemiczne płyny, mogą być za pomocą stosu rozłożone w ten sposób, że dodatnia część związku n. p. metal, osiada na ujemnym biegunie, podczas gdy ujemna część zbiera się przy dodatnim, pierwszy dopiero de la Rive naturalista francuzki, w r. 1836 wpadł na myśl, czyby nie można tym sposobem wyrabiać osadów metalowych dowolnego kształtu z metalicznych roztworów.

Niedługo potem, professor Jacobi w Petersburgu okazał, jak ważnem w praktycznych następstwach jest to nowe odkrycie, i nazwał je galwanoplastyką. Jedną z gałęzi galvano-plastyki jest galwaniczne pozłacanie i posrebrzanie, które dziś rozwinęły się tak nadzwyczajnie, że tysiące ludzi zatrudniają, jako osobne rodzaje przemysłu.

Galvano-plastyka prowadzona na wielką skalę, dostarcza wyrobów olbrzymich, jakie dawniej tylko za pomocą odlewów wykonać można było, lecz mały tego rodzaju aparat, stanowi również przyjemne i korzystne zajęcie.

Chcąc taki aparat urządzić, każmy ze zwyczajnego szkła od lampy, uciąć kawałek blisko na trzy cale, i jeden z otwartych końców owiążmy ciełym pęcheżem, tak aby powstał rodzaj kubka, mający za dno pęcherz. Wierzch kubka, otoczmy drutem w ten sposób, aby z kilku stron wystawały końce, na których kubek mógłby się utrzymywać w zwyczajnej szklance, nie dotykając jej dna ani boków. Nalejmy teraz do szklanki roztwór witryolu miedzianego (siarczanu miedzi), a do szkła wewnątrz będącego nieco wody, z kilkoma kroplami kwasu siarczanego. Następnie weźmy kawałek drutu miedzianego, i zegnijmy go tak, aby jeden koniec nuzął się w szklance, a drugi w cylindrze. Jeżeli teraz do

końca, który się znajduje w cylindrze, przyczepimy kawałek cynku, powstanie strumień elektryczny w miejscu zetknięcia obu metali i strumień ten przez płyn i pęcherz krążący jak po drucie, jest dość silnym dla rozłożenia rozpuszczonego w szklance siarczanu miedzi, skutkiem czego miedź wydzieli się i osiądzie na drucie w szklance zanurzonem.

Zostawiwszy tak aparat przez dni kilka, to wszystka miedź, zawarta w roztworze owego siarczanu, osiądzie na drucie w szklance zanurzonem, a jeżeli w końcu drutu umieścimy jaką formę, n. p. odcisk medalu na wosku lub stearynie i odcisk ten pociągniemy cienką warstewką grafitu, podczas gdy drut, o ile nurza się w płynie otoczmy woskiem, to miedź osiądzie na formie i po kilku dniach otrzymamy nadzwyczaj wierną kopię medalu.

Kto zajmie się wykonaniem podobnego doświadczenia, ten w urządzeniu sam sobie porobi pewne korzystne zmiany, do których tem prędszej dojdzie, gdy się zastanowi nad prawdziwem wyjaśnieniem tego ciekawego zjawiska.

Wyjaśnienie to jest następujące:

Witryol miedziany jest połączeniem chemicznem kwasu siarczanego i miedzi (lecz nie metalu, tylko jego związku z tlenem, czyli tlenku miedzi.) Wnauce nazywa się siarczanem miedzi i nabyć go można w każdym składzie materiałów aptecznych. Sól tę

zielonawego koloru, rozpuścić należy w wodzie, przez co otrzymamy roztwór zawierający w sobie atomy siarki, tlenu i miedzi. Przez drut miedziany z kawałkiem cynku na końcu, zanurzony w lekko-kwaśnej wodzie i przez drugi koniec tegoż drutu, zawarty w roztworze witryolu miedzianego, przepływa strumień elektryczny, którego źródłem jest miejsce zetknięcia miedzi z cynkiem. Cynk przytem zachowa się elektro-dodatnio, a miedź elektro-ujemnie. Że zaś tak cynk jako i miedź znajdują się w płynach chemicznych, przeto cynk przyciągnie do siebie ujemny tlen z wody i z obecnym kwasem siarczanym utworzy związek, zwany siarczanem cynku, który się zaraz rozpuszcza. Drut miedziany jest, jak wiemy, biegunem ujemnym, a że znajduje się w płynie zawierającym miedź rozpuszczoną, której atomy są elektro-dodatniami, przeto atomy te przyciągnie. Tym sposobem utworzy się metaliczna powłoka z miedzi, która przyjmie taką formę, jaką jej nadać zechcemy.

XL. O posrebrzaniu galwanicznym.

Zupełnie na téj samej zasadzie co galwano-plastyka, polega galwaniczne posrebrzanie i pozłacanie, dziś tak nadzwyczajnie rozszerzone, że innego rodzaju srebrzenia i złocenia prawie wyrugowało

z użycia. Urządzenie małego takiego aparatu sprawi bardzo nauczającą zabawkę, i dla tego podamy tu poradnik, w nadziei, że każdy kto się z przyjemnością tym przedmiotem zajmie, sam sobie poczyni małe ulepszenia, jeśli się tylko uważnie zastanowi nad zachodzącym tu działaniem.

Chcąc na galwanicznej drodze posrebrzać, potrzebnem jest niezbędnie przygotowanie płynu, co stanowi rzecz wcale nie łatwą. Najwygodniej kupić w aptece czwartą część łąta cyanku srebra, który znajduje się szczególnie u aptekarzy dostarczających materyałów fotografistom. Ten cyanek wysypuje się do kwarty dystylowanej wody, i po rozpuszczeniu tworzy rzeczony płyn, w którym tuzin łyżeczek od kawy z nowego srebra można bardzo dobrze posrebrzyć. Lecz daleko korzystniej płyn ten przygotować sobie samemu, gdyż przy tej sposobności nietylko pierwiastki, ale i chemiczne zmiany poznamy z własnego doświadczenia, a to zawsze będzie najskuteczniejszym i najłatwiejszym sposobem wtajemniczenia się niejako w chemię.

Należy wziąć pół łąta starego srebra i rozkuć młotkiem tak cienko, aby się z łatwością dało krajać nożyczkami. Pokrajane kawałki umieszcza się we flasce i oblewa kwasem azotnym. Im srebro lepiej będzie rozkute, tym łatwiej rozpuszczenie

nastąpi. Jeżeli srebro było chemicznie czystem, to płyn pozostanie białym, lecz gdy srebro zawierało miedź przy sobie, co prawie zawsze ma miejsce, to płyn przybierze kolor niebiesko-zielonawy. Skoro srebro rozpuści się całkowicie, co niekiedy po kilku dopiero dniach następuje, płyn otrzymany przelewa się do szklanki, i miesza z blisko pół szklanką dystylowanėj wody. Następnie umieszcza się w drugiej szklance garstkę soli kuchennėj, nalewa do połowy wodą i czeka, dopóki się sól nie rozpuści. Gdy to nastąpi, miesza się oba płyny z sobą, przyczem okaże się zjawisko szczególnego rodzaju.

Każda kropelka roztworu srebra, wchodząc do wody słonej, zamieni się na pewien rodzaj serowatych kłaczków i jak świeży biały sér na dno opadnie. Po wlaniu już wszystkiego roztworu srebra, należy zaczekać, aż tak nazwany sér zupełnie osiadzie, a płyn nad nim stojący stanie się doskonale klarownym. Gdy to nastąpi, zlewa się ostrożnie wodę, starając się osadu nie wzruszać, gdyż ten sér, jak zobaczymy, zawiera w sobie wszystko srebro.

Jakkolwiek potrzebny płyn nie jest jeszcze przygotowanym, spojrzmy jednak co właściwie dotąd zaszło ze srebrem i zmiany którym uległo, postarajmy się bliżej poznać.

Srebro rozpuściło się w kwasie azotnym, lecz nie tak jak cukier w wodzie, rozpuszczenie bowiem jest tu *chemiczném*. Można się o tem w następujący sposób przekonać: Stawiając roztwór cukru przy ogniu lub na ciepłej rurze od pieca, woda powoli odparuje, i otrzymamy cukier takim, jak był poprzednio. Gdy uczynimy toż samo z roztworem srebra, to nie zostanie srebro, lecz okażą się krystały, podobne do soli, noszące nazwę *azotanu srebra* (piekielnego kamienia.) Srebro bowiem, przyjęło od kwasu azotnego tlen i zamieniło się na tlenek srebra, lub jeżeli użyjemy bardziej znanego nazwiska, na rdzę srebrną. Ten tlenek, rozpuszcza się z kolei w pozostałym kwasie azotnym, i tworzy rodzaj soli. Po odparowaniu nadmiaru kwasu, można tę sól, którą solą srebra nazywać będziemy, otrzymać w stanie czystym, agdy ją stopimy i oziębimy, powstanie znany powszechnie kamień piekielny, tak wielorako używany w medycynie.

Lecz nam nie idzie o przygotowanie soli srebra, myśmy cały azotan srebra z nadmiarem kwasu, wleli do roztworu soli kuchennój i otrzymali biały sérowaty osad.

Przytem zmieszaniu płynów, zaszedł następujący proces.

Sól jak wiemy jest połączeniem chemicznem; składa się z metalu, nazwanego sodem i gazu, nazwanego chlorem. Z téj też przyczyny, sól kuchenna w nauce zowie się chlorkiem sodu. W szklance więc, chlorek sodu był rozpuszczony w wodzie, za dola- niem doń azotanu srebra, następuje w jednej chwili rozkład dawnego połączenia i tworzy się nowe. Sod opuszcza chlor i łączy się z tlenem od srebra, tworząc sodę, która z kwasem azotnym, wydaje azotan so- dy (saletrę chilijską.) Skutkiem tego, z jednej stro- ny srebro, a z drugiej chlor, zostają uwolnionemi, a właśnie w chwili uwalniania, posiadają największy popęd do łączenia się i tworzą chlorek srebra.

I ten biały sérowaty osad, któryśmy widzieli po- przednio, jest właśnie chlorkiem srebra.

XLI. O przygotowaniu płynu do srebrzenia.

Chlorek srebra otrzymany w formie sérowatego osadu, musi być jeszcze dalej przerobionym chemi- cznie, aby zeń powstał płyn, zdatny do srebrzenia. Nie chcemy jednak opuszczać sposobności, nie zo- baczywszy, cożemy z wodą wyleli. Gdyby to na- wet nie miało dla nas żadnej realnej wartości, to przecież dobrze jast wiedzieć, cośmy mieli pod ręką.

Woda wylana składała się najprzód z wody, w której był rozpuszczony azotan srebra i powtóre

z dodanego roztworu soli kuchennój. Otrzymaliśmy serowaty osad, który następnie użyjemy, ale ten jest tylko chlorkiem srebra, czyli zawiera chlor z wody słonój i srebro z drugiej szklanki. W wodzie słonój jednak oprócz chloru był sod, bo sól składa się z chloru i sodu, a w pierwszej szklance oprócz srebra, był jeszcze kwas azotny. Bez wszystkiego więc łatwo przewidzieć, że w wodzie wylanej musiał się znajdować sod i kwas azotny. Sod jednak jako metal, istnieć nie może, gdyż jak wiemy, ma silne powinowactwo do tlenu i zabiera go z powietrza lub wody, ale tutaj jakieśmy już powyżej wspomnieli, sod łączy się z tlenem od srebra, i tworzy sodę, która znowuż obok kwasu azotnego istnieć nie może, łączy się więc z nim i wydaje azotan sody; ponieważ zaś sól ta jest w wodzie rozpuszczalną, przeto niepostrzeżenie przed oczami naszymi przechodzi. Jeśli woda nie zostanie wylaną, lecz w naczyniu nad ogniem lub też na gorącej rurze od pieca, odparowaną, to przekonamy się, że istotnie pozostanie pewien rodzaj soli, do kuchennój wcale nie podobny, bo innemi obdarzony własnościami. Sól ta zwie się jakieśmy powiedzieli *saletrą chilijską* lub *kubiczną*.

Powróćmy teraz do chlorku srebra, którego wypada nam dalej użyć.

Musimy wykonać z nim jeszcze jedną czynność chemiczną, lecz radziemy każdemu, co przy obchodzeniu się z trującymi rzeczami, nie wie jak zachować należną ostrożność, aby poszedł lepiej do apteki, i tam kazał sobie zrobić to, czego potrzeba. Potrzeba bowiem pierwiastku nadzwyczaj trującego, którego odrobina, gdy się przypadkiem dostanie na skaleczone ciało, może już śmierć sprowadzić. Pierwiastek ten zowie się *cyankiem potasu*.

Co to jest potas, wiemy wszyscy. Jest to metal, który ma tak nadzwyczajny pociąg do łączenia się z tlenem, iż go wcale ustrzedz nie można. Metal ten wchodzi także w związek ze szczególnym trującym gazem, który się zowie *cyanem* i stanowi w chemii pewien rodzaj zagadki. Cyan bowiem składa się z węgla i azotu, jest więc pierwiastkiem złożonym, i wyjątkowo odgrywa w chemii rolę prawdziwego chemicznego pierwiastku, gdyż łączy się prawie ze wszystkimi metalami. Cyan ma wielkie powinowactwo do wodoru, i tworzy z nim straszliwy *kwaz pruski*, który już zapachem samym zabija. Mamy tu przykład jak nieszkodliwy węgiel, niewinny azot i wodor, którego wielką masę z każdą szklanką wody połykamy, przy połączeniu chemicznem wydają najstraszniejszą truciznę ze wszystkich znanych na świecie.

Cyanu więc potrzebujemy i to w znacznej ilości, bo na pół luta srebra, aż pięć lutów cyanku potasu. Ostatni należy rozpuścić w dystylowaną wodzie i do roztworu dodać chlorku srebra, a zobaczymy, że po zamieszaniu kilkokrotnem, sérowaty chlorek srebra rozplynie się tak, że wkrótce otrzymamy bezkolorowy płyn, który pozorem wcale nie zdradza, że tyle rozmaitych zawiera w sobie pierwiastków.

W płynie tym, którego zaraz użyjemy, znajdują się dwametale i oprócz tego dwa, a właściwie trzy pierwiastki. Naprzód jest tam jak wiemy srebro, powtóre potas, potřecie chlor i wreszcie poczwarte—cyan, czyli raczej poczwarte i popiąte węgiel i azot.

Lecz co za znaczenie mają te cztery czy pięć pierwiastków?

Zaraz się nad tem zastanowimy.

Cyan jak wiemy był połączony z potasem. Lecz potas jest pierwiastkiem najbardziej elektro-dodatnim, a chlor silnie ujemnym. Wprowadziwszy więc do roztworu cyanku potasu chlorek srebra, to chlor połączy się z potasem, a srebro z cyanem.

W wodzie zatem, mamy *cyanek srebra* i *chlorek potasu*, że zaś oba związki rozpuszczają się bez zabarwiania płynu, przeto patrząc na ich roztwór, wcale nie można zgadnąć co w nim się znajduje.

Roztwór ten jest właśnie płynem nam potrzebnym. Dolewa się do niego jeszcze kwartę dystylowanej wody, i wprowadza w związek z elektrycznym aparatem, nad urządzeniem którego zaraz się zastanowimy.

XLII. Urządzenie aparatu do posrebrzania.

Urządzenie aparatu do posrebrzania, jest nadzwyczajnie prostem. Można nawet użyć tego samego przyrządu cośmy przy galwano-plastyce używali, Cylinder obwiązany pęcheżem, umieszcza się znowuż w szklance i do pierwszego wlewa cyanek srebra, a do drugiej trochę słonej wody. Chcąc teraz coś posrebrzyć, n. p. łyżeczkę od kawy z nowego srebra, to należy umocować ją na drucie miedzianym, którego drugi koniec połączony jest z kawałkiem cynku. Cynk zanurza się następnie w słonej wodzie, a łyżeczka w roztworze srebra. Strumienie elektryczne zaczną działać natychmiast; roztwór cyanku srebra, rozkłada się chemicznie i srebro osiędzie w nadzwyczaj cienkiej warstewce na łyżeczce, która tu będzie biegunem ujemnym i po kilku godzinach, łyżeczka całkowicie się posrebrzy.

Gdy woda słona mało soli zawiera, to srebrzenie postępuje bardzo wolno, ale za to jest czysciejszem i trwalszem. Najpiękniej wygląda wtedy, gdy do-

piéro po 24 godzinach, osiądzie żądana warstwa srebra. Posrebrzony przedmiot ma natenczas białe matowe wejrzeenie, lecz przyjmuje piękny srebrzysty polar, który srebru nadaje właśnie tak szczególną wartość.

Działanie jakie tu zachodzi można wyjaśnić kilkoma słowami. Przez zetknięcie miedzi z cynkiem wzbudza się elektryczność. Cynk staje się elektrododatnim, miedź elektro ujemną, że zaś łyżeczka przymocowaną jest do drutu miedzianego, przeto ona będzie biegunem ujemnym. Umieściwszy więc cynk w wodzie słonej, a łyżeczkę w płynie srebrzącym, to dodatni cynk przyciągnie ujemny pierwiastek soli czyli chlor, i utworzy chlorek cynku, który nas przy posrebrzaniu zupełnie nie obchodzi. Łyżeczka natomiast będąc elektro ujemną, przyciągnie z roztworu cyanku srebra dodatnią część składową, to jest srebro i ztąd właśnie pochodzi ta srebrna warstewka, która się na łyżeczce nakłada.

Ten rodzaj srebrzenia jest bardzo prostym i sprawia wiele przyjemności, lecz radzilibyśmy każdemu, aby się postarał o lepsze urządzenie aparatu, urządzenie daleko ciekawsze, przy którym nawet, pozna nowe jedno zjawisko. Urządzenie to polega na następującem.

Cylinder napęlnia się witryolem miedzianym

i umieszcza w nim kawałek miedzianej blachy. Do szklanki wlewa się woda zakwaszona kilkoma kroplami kwasu siarczanego. Następnie cylinder wstawi się w szklanę i do wody kładzie kawałek cynku; do tego cynku jak również do blachy miedzianej, przymocowywa cienkie druciki dowolnej długości, tak aby końce obu, będące biegunami galwanicznego stosu, można było zanurzyć w naczyniu, w którym ma posrebrzanie następować.

Przypuśćmy, że mamy posrebrzyć łyżkę stołową, to roztwór cyanku srebra należy umieścić w takim naczyniu, gdzieby łyżka mogła wygodnie wisieć lub leżeć, cała zanurzona. Łyżka przymocowywa się do drutu idącego od miedzi galwanicznego aparatu, czyli przy biegunie ujemnym. Przy dodatnim biegunie umieszcza się kawałek czystego srebra; oba przedmioty to jest łyżkę mającą się posrebrzyć i kawałek srebra, zanurza w roztworze cyanku, tak jednak, aby się nie stykały.

Posrebrzenie następuje tu równie dobrze jak przy poprzednim urządzeniu, ale teraz ma miejsce jedna bardzo ciekawa okoliczności, której poprzednio nie było. Podczas gdy poprzednio roztwór cyanku srebra nieustannie słabnął w miarę osiadanania metalu na łyżeczce, przy terażniejszym urządzeniu przypadek ten nie nastąpi. Roztwór, na-

zawsze pozostanie jednakowój mocy bez żadnego odnawiania.

Lecz jakim się to dzieje sposobem.

Rzecz bardzo prosta. Na ujemnym biegunie osiada srebro z cyanku, ponieważ jest elektro-dodatniem. Lecz cyan jest elektro-ujemnym, a tym samym od dodatniego bieguna dozna przyciągania. Że zaś na biegunie dodatnim, znajduje się jak wiemy srebro, przeto cyan łączy się z nim i tworzy na nowo tyle cyanku srebra, ile się na ujemnym biegunie osadziło. Srebro więc przy biegunie dodatnim wkrótce zostanie zgryzionem i należy je zastąpić kawałkiem nowego. Zawsze jednak tyle tylko srebra zużyje się przy biegunie dodatnim, ile osiadzie na ujemnym. Słusznie więc możemy utrzymywać, że strumień sprowadza tu przejście srebra z jednego do drugiego bieguna, a badanie tego jest równie ciekawem jak i nauczajacem.

XLIII. Nicco o galwanicznem pozlaccaniu.

Wielu myślących czytelników, z chemią niedostatecznie obznajmionych, mogłoby zadać sobie pytanie, dla czego przy po srebrzaniu galwaniczném, wyrabialiśmy dopiero cyanek srebra i dla czego nieużywaliśmy wprost roztworu azotanu srebra? Azotan srebra daje się przecież także w wodzie rozpuszczać, otrzymalibyśmy więc odrazu płyn, zawierający je-

den pierwiastek elektro-dodatni srebra, a drugi elektro ujemny — kwas azotny; dla czego więc biegunów galwanicznego aparatu nie umieszczamy w tym roztworze i w nim nie odbywamy posrebrzania?

Odpowiedź jest następującą:

Kwas azotny, który rozpuścił srebro i z niem się połączył, ma większe jeszcze powinowactwo do miedzi i skoro bieguny stosu umieścimy w roztworze téj soli srebra, zamiast posrebrzenia, nastąpi zupełnie co innego. Kto będzie miał sposobność, niech dla zabawki weźmie trochę roztworu azotanu srebra i umieści w niem kawałek blachy miedzianej, a zobaczy szczególne zjawisko, które go więcej nauczy, aniżeli to słowami wypowiedzieć można. Przed oczami bowiem w jasnym przezroczystym płynie, na czystej metalicznej powierzchni miedzi, porośnie coś jak wełna i ciągle będzie się powiększało, podczas gdy płyn, przybiera kolor niebieski. Potrząsnawszy miedzią narost opadnie, lecz tworzy się na nowo aż wreszcie zjawisko ustaje.

Cóż tu właściwie zaszło?

Tu miała miejsce następna prosta przemiana.

Miedź zachowuje się wprawdzie względem cynku jak wiemy już elektro-ujemnie, lecz w porównaniu do srebra, będzie elektro-dodatnią. Jeżeli więc blaszkę miedzianą umieścimy w roztworze azota-

nu srebra, to dodatna miedź wyłączy ze związku mniej dodatne srebro. Kwas azotny połączy się z miedzią, a srebro pozostawi. Lecz jakąż formę srebro to przybiera? Wychodzi ono ze związku w postaci delikatnych pyłeczków i tworzy właśnie ten wyżej wspomniany narost. Dla tego też bezbarwny roztwór azotanu, stanie się teraz niebieskawym od połączenia miedzi, a srebro opadnie na dno. Mimochodem możemy tu nadmienić, że tym sposobem srebro da się zebrać, wymyć i oczyścić tak, że je później wprowadzenie w kawałku, ale pod formą proszku otrzymamy bez żadnej straty.

Z tego więc każdy zauważy, że azotanu srebra do posrebrzania używać nie można, ponieważ druty miedziane galwanicznego aparatu, zanurzone w ten płyn, srebro w postaci proszku wyłączają. Przygotowywanie zatem cyanku srebra jest niezbędnem.

Pozłacanie galwaniczne wykonywa się jeszcze łatwiej od posrebrzania, ponieważ pozłocany przedmiot nie wymaga wcale polerowania i od lekkiego oczyszczania, nabiera już pięknego blasku. Nie należy także sądzić, aby pozłacanie galwaniczne miało być rzeczą bardzo kosztowną, złotem bowiem wartości talara, można przeslicznie pokryć bardzo wiele przedmiotów. Na ten cel, wrzuca się kawałek czystego dukatowego złota do *wody królewskiej*,

to jest do mieszaniny kwasów solnego i azotnego, których w każdéj aptece dostać można. W mieszaninie téj złoto rozpuszcza się, a po odparowaniu płynu, otrzymamy sól w postaci delikatnego żółtego proszku, będącą chlorkiem złota, gdyż kwas solny składa się z chloru i wodoru, a złoto przy rozpuszczaniu z chlorem utworzy związek. Chlorek złota rozpuszcza się w wodzie dystylowanój i miesza z roztworem cyanku potasu, z czego powstanie zdalny do użycia płyn zawierający cyanek złota.

Płyn ten, którego można nabyć w aptece lub też od chemika, bo nieradzilibyśmy aby mało doświadczony sam się przygotowaniem jego zajmował, będzie najlepszym wtedy, gdy na jedną część złota, użyje się dziesięciu części cyanku potasu i sto części dystylowanój wody. Przy zloceniu, postępuje się w ten sam sposób, co przy posrebrzaniu; dany przedmiot zawiesza na biegunie ujemnym, a przy dodatnim umieszcza kawałek czystego złota, przez co płyn ciągle zachowa swą siłę i złoto od jednego do drugiego bieguna przechodzić będzie.

XLIV. Nowe ciekawe odkrycie.

Doświadczenia nowemi czasy wykonane w Paryżu nad chemicznem działaniem elektryczności, doprowadziły do tak nadzwyczajnych wypadków,

że musimy aż wymienić sławne imie badacza, aby czytelnicy nie sądzili, że chcemy ich tylko zabawić na prędce zmyśloną historią.

Davy naturalista angielski, któremu nauka szybki swój rozwój zawdzięcza, próbował, czy za pomocą strumienia elektrycznego nie można by pierwiastków chemicznych własnego swego ciała w podobny sposób rozkładać jak płyny. Wyszedł on z téj myśli, że gdy dwa bieguny galwanicznego stosu zanurzy się w wodę, to dodatnia część wody przechodzi do bieguna ujemnego, a ujemna do dodatniego, czy by więc to samo nie nastąpiło, gdyby aparat galwaniczny, działał na chemiczne części składowe ludzkiego ciała. I udało mu się scislemi badaniami dowieść, że przypadek ten istotnie ma miejsce. Podług doświadczeń Davy'ego; można za pomocą galwanicznego strumienia wydzielić z ludzkiego ciała kwas fosforny, siarczany i solny.

Odkrycie to, spowodowało dalsze badania wykonane w Paryżu przez Becquerela, i Fabré-Palaprat, które dostarczyły jeszcze bardziej uderzających wypadków. Najciekawszą z tych badań jest następująca okoliczność.

Każdemu chemikowi wiadomo, że pierwiastek chemiczny jod, zetknięty z jakimkolwiek rodzajem krochmalu, w jednej chwili nadaje temuż niebieski

kolor. Własność ta jest nie wątpliwą do tego stopnia, że za pomocą niej można wykryć najlżejsze ślady jodu, skoro tylko krochmal mamy pod ręką.

Wspomnieni wyżej badacze, wykonali następujące doświadczenie. Wzięto człowieka i osuszono mu doskonale ręce, aby skóra nie mogła przewodzić elektryczności. Następnie na jedną rękę położono mu wilgotny plaster, napojony jodkiem potasu, to jest roztworem soli, będącój połączeniem chemicznem jodu z potasem. Na drugiej ręce umieszczono mu plaster, zmoczony w zwyczajnym klajstrze czyli w najpiękniejszym krochmalu. Gdy to wszystko było już uskuteczniomem, wprowadzano do pierwszej ręki biegun ujemny galwanicznego aparatu, a do drugiej na klajster, biegun dodatni, a po kilku już minutach *krochmal zniebieszczał!*

Skąd to pochodzi?

Tylko od chemicznego działania elektryczności. Strumień elektryczny rozłożył jodek potasu na części składowe; potas jako elektro-dodatni został przy biegunie ujemnym, a jod *przeszedł w kilku minutach przez ciało ludzkie do bieguna dodatniego i zafarbował znajdujący się tam krochmal na kolor niebieski.*

To znaczy właśnie, że udało się pierwiastek, prawdziwy chemiczny pierwiastek, za pomocą elektry-

cznego strumienia, przeprowadzić przez ciało człowieka.

W prawdzie niepowinniśmy tego za jakiś cud uważać, bośmy widzieli, że przy posrebrzaniu metal na dodatnim biegunie znika, a na ujemnym osiada i gdyby naczynie miało całą milę długości i po końcach zawierało bieguny stosu, to nastąpiłby przecież ten sam wypadek. Srebro przeszłoby całą milę. Tak, niema granicy odległości dla téj siły, i niewątpliwą jest rzeczą, że gdyby blacha srebrna wisiała przy biegunie dodatnim w Warszawie, to rozpuściłaby się i przeszła aż do Paryża, jeśli tylko aparat miałby należną długość i biegun swój ujemny w Paryżu.

Przesyłanie więc, prawdziwe przesyłanie na drodze elektro-chemicznój, nie jest rzeczą nową. Lecz zmusić coś do przejścia przez ciało ludzkie jest zupełnie nowem i zasługuje pod każdym względem na największą uwagę.

Nadzwyczaj ciekawem jest jeszcze dalsze doświadczenie Davy'ego. Wziął on trzy szklanki, do pierwszój nalał czystój dystalowanej wody, do drugiej słabego roztworu amoniaku, a do trzeciej roztworu siarczanu sody, to jest zwykłej soli glauber-skiej. Wszystkie te naczynia połączone były cienkimi nitkami azbestu, tak, że strumień elektryczny

mógł z jednego do drugiego przechodzić. Otóż umieścił Davy biegun dodatni silnego ze 150 par złożonego stosu Wolty w czystej wodzie, a ujemny zanurzył w soli glauberskiej. Po pięciu już minutach odkrył, że w naczyniu, które poprzednio zawierało czystą wodę, teraz istnieje kwas siarczany. Strumień elektryczny rozłożył siarczan sody, dodatnia soda została przy biegunie ujemnym, a ujemny kwas siarczany przeszedł do wody, gdzie spoczywał biegun dodatni.

Najdziwniejszą jest tu ta okoliczność, że kwas siarczany przejść musiał przez naczynie z amoniakiem, a przecież z nim się nie połączył, chociaż w każdym innym razie, amoniak ma silne do kwasu siarczanego powinowactwo.

XLV. Czy istnieje wiele tajemnych sił?

W długim szeregu idących po sobie rozdziałów, zastanawialiśmy się nad tajemnymi siłami przyrody i zarazem mówiliśmy o ich praktycznym zastosowaniu. Teraz chcielibyśmy w krótkich słowach zrobić ogólny pogląd na te siły i następnie rozważaniem tajemnic przyrody zadanie nasze zamknąć.

Wiele jeszcze istnieje naturalnych tajemnic. Czujemy n. p. *ciepło*, widzimy *światło*, nawet jesteśmy w stanie oba sztucznie wywołać, pomimo to nau-

ka nie zdołała jeszcze rozjaśnić panujących tu ciemności. Wydarto naturze prawa jak ciepło i światło powstaje, jak się rozpromienia, rozchodzi i zbacza, lecz umysł ludzki nie doszedł jeszcze tak daleko, aby mógł przybliżenie choćby wnosić, o samej naturze światła i ciepła.

W uwagach naszych nad tajemnymi siłami przyrody, pominieliśmy światło i ciepło, bośmy mówili tylko o siłach właściwych wszystkim rzeczom na świecie, o siłach, które można powiedzieć są nie oddzielnymi własnościami materji, czego na ciepłe i światło z pewnością jeszcze nie dowiedziono.

Lecz spróbujmy rzucić okiem na te siły, których rozbiór nas zajmował, a duchowi naszemu nasuną się szczególne uwagi.

Wziąwszy najmniejsze ziarnko piasku, po którem noga nasza nieuważnie stąpa, to przy zastanowieniu się będziemy zmuszeni wyznać, że to jest wielki przybytek, w którym cały szereg tajemnych sił zamieszkuje. Ziarnko piasku, niełatwo da się zgnieść i rozdzielić, czyli atomy jego trzymają się mocno, a więc siła przyciągania musi być czynną. W ciepłe, ziarnko takie rozszerza się, musi więc w nim mieszkać siła odpychająca, która w pewnych okolicznościach na jaw występuje. Ziarnko piasku bez żadnej kwestyi wywiera także przyciąganie

z odległości podobne do przyciągania ziemi i innych ciał niebieskich, chociaż w porównaniu z tamtymi może być nieskończenie małym nazwane. Musimy więc powiedzieć, że w ziarnku tkwi szczególna siła przyciągania mass.

Od czasu jak uczyniono odkrycie, że nietylko żelazo jest magnetycznem, lecz że magnetyzm okazuje się we wszystkich prawie ściśle badanych pierwiastkach, przyjąć należy, że w ziarnku piasku jedna jeszcze tajemna siła obok innych ma miejsce, to jest magnetyzm.

Lecz takie ziarnko piasku, okazuje także elektryczne zjawiska, co zmusza nas do przyjęcia, że nawet osobna siła elektryczności, ma swe ukryte siedlisko w téj ciasnej przestrzeni.

Wkońcu, każde ziarnko jest już ciałem chemicznie złożonem, z czego wnosić należy, że siła chemiczna również mieszka w tym małym przybytku.

A podobnie jak z ziarnkiem piasku, dzieje się ze wszystkimi rzeczami, które w około siebie widzimy. Wszystko jest siedliskiem szeregu sił, których działanie znamy, lecz których istoty dotąd jeszcze nie zgłębiono.

Jeśli nie chcemy się gubić w wielu filozoficznych pytaniach, któremi potężne głowy napróżno się zaj-

mowały, jeśli nie zatrzymamy się nad tem co jest właściwie siłą? co jest materją, w której siła ma mieszkać? Czy może istnieć siła w odłączeniu od materji? lub też być może, że wcale niema materji tylko same siły, które na zmysły nasze czynią wrażenie materji? Jeśli pytania tego rodzaju całkiem od siebie odrzucim, z tem wewnętrznem przekonaniem, że dzisiejszy zasób wiadomości ludzkich nie może jeszcze na nie odpowiedzieć, to przecież musimy wziąć pod uwagę, czy te pozornie oddzielne siły, nad któremi zastanawialiśmy się są istotnie *różnemi oddzielnemi siłami*, czy też są tylko różnemi przejawami *jednej, wielkiej, ogólnej siły*, której dotąd nie udało się zbadać?

Na pytania powyższe w żaden sposób nie możemy dać stanowczej odpowiedzi, lecz istnieją poznaki, że istotnie wszystkie te siły od jednej ogólnej pochodzą.

Siła przyciągania atomów ma wiele podobieństwa do przyciągania mass. Przyciąganie mass zachodzi na mocy tych samych praw, co przyciąganie magnesu. Siła magnetyczna może być wywołaną za pomocą elektryczności, i elektryczność jest bardzo prawdo-podobnie źródłem wszystkich chemicznych zjawisk. To wszystko prowadzi na myśl, że istnieje jakaś jedność sił, i że wyższy stopień

doskonałości nauk przyrody, będzie się liczył od téj pory, jak jedność tę doświadczenia potwierdzą.

Na badaniach w tym względzie nie zbywa; praca profesora Pohla z Wrocławia, w bardzo dowcipny sposób wykazuje magnetyzm, jako źródło ruchów ciał niebieskich, lecz wyczerpującą nie jest i sądzimy, że wiele jeszcze no wych odkryć potrzeba, zanim z widokami jakiegoś pomysłnego skutku, będzie się można zająć tym przedmiotem.

XVI. Uwagi przy zakończeniu.

Jak z jednej strony przewidujemy, że rozważane dotąd tajemne siły przyrody, są tylko różnemi objawami jednej, jeszcze niepoznanej, tak z drugiej strony musimy się bardzo strzedz od dochodzenia téj ogólności sił na innéj drodze, jak ścisłego badania przyrody i dalszego rozwoju, sumiennych prac nad dotąd wykrytymi prawami.

Nigdy nie porobiono w nauce grubszych błędów, jak gdy się zjawili myśliciele, którzy za pomocą czystéj spekulacyi umysłowéj, starali się wykryć sprężyny świata i rzeczy, i nigdy nauka prędkiej z tych błędów nie wyszła, jak gdy za pewnik przyjęto wierne i pilne badanie przyrody, gdy powstałi mężowie nauczający, że przedewszystkiem należy poznać świat jakim się wydaje, a dopiero przystą-

pie do rozpatrywania, co go w tym stanie utrzymuje.

Jeśli spróbujemy zestawić wszystkie bezsensu jakie o naturze wyrzekli najwięksi filozofowie świata, począwszy od Arystotelesa aż do Hegla, i które miały składać filozofję przyrody, będziemy mieli najpociesznieszy a zarazem najsmutniejszy obraz błędów ludzkiego ducha. Lecz podobne zestawienie, jest dobrodziejstwem, gdyż odstrasza od prostych kombinacyi o przyrodzie nie opartych na ścisłym jęj poznaniu. Przecież Hegel, ten wielki Hegel, w początku swego autorskiego zawodu starał się przekonywać, dlaczego siedem planet istnieć musi, i jak one są w związku z siedmioma kolorami tęczy, i z siedmią muzycznymi tonami. Gdy późnziej jeszcze za jego życia, wykryto jedenasćie planet, natenczas przełożył on swój systemat tak, aby do jedenastu pasował, gdyby zaś dziś żył jeszcze, to byłby znuszonym jeszcze raz swój pogląd na świat przekształcić i system tak urządzić, aby wszystkie poznane planety, których liczba 40 przechodzi, weń się zmieściły.

Omyłki ducha podobnego rodzaju, są najlepszymi przestrogami, że mysliciel nie powinien zbyt śmiało chwytać wszystkiego, co dopiéro powoli przy najściślejszjęj staranności badania, ujętem być może i że nie powinien zbyt prędko uważać jakas

tajemnicę za zgłębioną, kiedy może nasze wnuki lub nawet późniejsze dopiero pokolenia zbadać ją będą wstanie.

Kto jednak lubi zastanawiać się nad tajemnemi siłami przyrody i nie może oprzeć chęci zagłębiań duchowych, ten w każdym razie nie powinien zapominać jednej rzeczy, która zapal jego powściągnie i trochę przynajmniej nauczy skromności. Tą jedną rzeczą jest uwaga, którą zadanie nasze rozpoczęliśmy:

Niechaj nie zapomina, że wrażenia o całej naturze odbieramy za pomocą pięciu naszych zmysłów; że o wszystkim co się przed zmysłami naszymi ukrywa, najlżejszego wyobrażenia niémamy, ani mieć nie możemy, i że trudno przypuścić, aby natura miała być tak ograniczenie urządzoną, żeby już nie istniało, czego byśmy spostrzedz nie byli wstanie. Jesteśmy ludźmi od młodości przyzwyczajonemi uważać świat, jako dla nas tylko istniejący. Rośliny niezdatne do jedzenia, lub życia nazywamy: zielskiem; okolice niesprzyjające życiu: pustyniami; szukamy we wszystkim strony okazującej stosunek do nas, a zapominamy przytem, że to nie prawa natury, lecz nasza miłość własna i egoizm prowadzi nas do podobnego sądzenia o świecie zewnętrznym. A niestety zupełnie tak samo

postępują ludzie uczeni przy poznawaniu przyrody. Zapominają lub też nie chcą wcale pojąć téj myśli, że w naturze istnieje bezwątpienia nieskończenie wiele zjawisk nie dla nas, ponieważ brakuje nam zmysłu, którymbyśmy je ująć mogli. Nie zważają, że bardzo prawdopodobnie mała tylko cząstka przyrody poddana jest naszemu poznaniu i to o tyle tylko, o ile zmysły mogą nam o niej dostarczyć wrażeń, że więc największa część natury, pozostaje dla nas zupełną tajemnicą, której bezpośrednio nigdy nie przejrzymy.

Pomimo to jednak, nauki przyrodzone na drodze ścisłego badania, próbowały zasłonę pokrywającą zjawiska przyrody uchylić i trudy ich w wielu razach uwieńczone zostały pomyślnym skutkiem. Wszystko o czém w szeregu rozdziałów udzieliliśmy czytelnikom naszym wiadomość w pobieżnych rysach, jest wprawdzie bardzo małym w porównaniu z zadaniami, jakie stawia sobie chciwy wiedzy duch ludzki, lecz wielkiem, w porównaniu do tego, co nam pozostawiły minione wieki. Jeśli wzrokiem pełnym nawet skromności, spojrzymy na to, co jeszcze do zdziałania pozostaje i co dotychczas zdziałano, to w każdym razie wiek obecny musimy z dumą nazwać najjaśniejszym z całej historii ludzkości i śmiało możemy powiedzieć, że przyszłym

pokoleniom zostawimy daleko więcej prawdziwego poznania, aniżeliśmy po przodkach odziedziczyli.

Dla tego też ten tylko może godnie nosić miano współczesnego, kto przynajmniej stara się o nabywanie wyobrażenia o tem, co do tych czas dokonano. A jeśli pisma nasze przyczynią się do tego, lub pobudzą do dalszego poznania natury, natenczas zadaniu swemu najzupełniej odpowiedziałem.

SPIS PRZEDMIOTÓW.

Stron.

Tajemne siły przyrody II.

I. Różne galwaniczne stopy	1
II. Jak siłę elektrycznego strumienia zmierzyć można	7
III. Elektryczność zwierzęca	11
IV. Różnica między metaliczną a zwierzęcą elektrycznością	15
V. Doświadczenia Du Bois-Reymonda	18
VI. Rozmaite działanie wstępującego i zstępującego strumienia	22
VII. Elektryczność w mięśniach	29
VIII. Osłabianie i wzmacnianie mięśniowego strumienia	34
IX. Doświadczenia nad strumieniem mięśniowym	37
X. Możliwe następstwa odkryć Du Bois-Reymonda	41
XI. Strumienie elektryczne w nerwach	44
XII. Elektryczne lekarstwa	50
XIII. O chemicznych tajemnych siłach	55
XIV. Jak się tajemne siły przyrody różnią	59
XV. Szczególne cechy chemicznej siły	62
XVI. Główne własności siły chemicznej	67
XVII. Powinowactwo chemiczne	71
XVIII. Jak dziwne często są wypadki chemicznych połączeń	75
XIX. Okoliczności przy których następuje przyciąganie chemiczne	79
XX. Szereg wykazujący powinowactwo chemiczne	86
XXI. Jak największe powinowactwo chemiczne ma miejsce pomiędzy najmniej podobnymi pierwiastkami	90
XXII. O naturze chemicznych połączeń	94
XXIII. Stosunki wag w połączeniach chemicznych	98
XXIV. Jak pierwiastki chemiczne łączą się tylko ściśle oznaczonymi ilościami na wagę	101
XXV. Co to jest apetyt, a co chciwość chemiczna	105

XXVI.	Połączenie chemicznego pierwiastku z podwójną lub wielokrotną ilością drugiego.....	108
XXVII.	Nauka chemii o atomach.....	112
XXVIII.	Różnorodny stan atomów w różnych przedmiotach	116
XXIX.	Liczba atomów w chemicznych związkach i waga każdego pierwiastku.....	120
XXX.	Wielokrotne połączenia atomów.....	123
XXXI.	Atomy i ciepło.....	127
XXXII.	Co nazywamy ciepłem gatunkowym pierwiastków i jak się atomy ogrzewają.....	130
XXXIII.	Prawa mieszanin gazowych.....	134
XXXIV.	Jak chemia i elektryczność są z sobą spokrewnione	138
XXXV.	Działania chemiczne elektrycznych strumieni	141
XXXVI.	O elektro-chemicznej tajemnej sile.....	145
XXXVII.	Wyjaśnienie chemicznych zjawisk za pomocą siły elektrycznej.....	149
XXXVIII.	Wyjaśnienie chemicznych połączeń i rozkładów za pomocą elektro-chemicznej teorii .	153
XXXIX.	Galwano-plastyka.....	156
XL.	O posrebrzaniu galwanicznym.....	159
XLI.	O przygotowaniu gazu do srebrzenia....	163
XLII.	Urządzenie aparatu do posrebrzania.....	167
XLIII.	Nieco o galwanicznym pozłoceniu.....	170
XLIV.	Nowe ciekawe odkrycie	173
XLV.	Czy istnieje wiele tajemnych sił.....	177
XLVI.	Uwagi przy zakończeniu	181

ZLV

Inst. Zool. PAN
Biblioteka

K.1184