Wielmożnemu Panu Szczepanowi Kozmie
z równą zawsze dewocyą na
pamiątkę autor

Dr W. Urbański

ZASADNICZE PRAWA NATURY

PRZEZ

D^RA WOJCIECHA URBAŃSKIEGO.

LWÓW.

Z DRUKARNI ZAKŁADU NAROD. IM. OSSOLIŃSKICH.

1867.

(Odbitek z tomu X Biblioteki Ossolińskich.)

ZASADNICZE PRAWA NATURY.

Badanie natury w starożytności zasadzało się prawie na samem rozumowaniu. Filozofowie greccy nie robili sztucznie kombinowanych postrzeżeń i nie znali sposobów zniewalania natury doświadczeniami, aby im na przedłożone pytania odpowiadała. Wówczas wiedziano już wprawdzie, że w naturze wszystko dzieje się według pewnych praw, ale nie uważano tych praw za powszechne i tak nieodmienne, iż wszelką dowolność koniecznie wykluczają. Przedmiotem badania były zwykle tylko rzeczy, najczęściej pod zmysły podpadające, a nie to, co się dzieje ciągle. Liczby, stanowiące znamiona prawidłowości w ilościowych stosunkach rzeczy przyrodzonych, miały tylko mistyczne znaczenie, gdyż astronomia była astrologią, fizyka magią, chemia[1]) alchemią[2]); a co jedna szkoła za wielką prawdę i znakomitą zdobycz na polu przyrodoznawstwa ogłosiła, temu nieraz druga wręcz przeczyła, bo ściślej, to jest na niezachwia-

[1]) Raczej nauka oddzielania metalów jednych od drugich.

[2]) Nauka o wyrabianiu kamienia mądrości, który miał mieć własność odmładniania życia i przemieniania nieszlachetnych metalów w złoto!!

nych podstawach opartej i uzasadnionym zarzutom niepodległej wiedzy było jeszcze bardzo mało. W tym stanie zastała filozofią natury pielgrzymka narodów, która wszelkie dążności naukowe na długi czas była rozwiała. Wieki średnie, zajmujące się bardziej wiarą, niż ścisłą umiejętnością, nie nastręczały badaniu natury urodzajnego gruntu, w którym zmarnieć nawet musiał zdrowy zasiew wieków starożytnych, przygnieciony duszną atmosferą, odzywającą się nieraz jękami w podziemnych więzieniach tych przeklętych, z czartem spiskujących nędzarzy, którzy w naukach przyrodnich śmieli przekroczyć ciasne kółko wiedzy dozwolonej, a którym za to na ich zgrzybiałej skórze dowodzono żarliwie, że słońce obraca się około ziemi, bo tak stoi napisano.

Dopiero w XVII wieku po narodzeniu Chrystusa pana, z pojawieniem się wiekopomnego dzieła „*Novum organon*“ Bakona werulamskiego, który położył na niem godło: „W pocie czoła chleb twój spożywać będziesz“, rozpoczyna się nowa era w badaniu natury, mozolnem wprawdzie, ale prowadzącem wprost do odkrycia odwiecznych i niezmiennych praw natury. Bakon w dziele tem nie wyłożył filozofii natury, lecz skreślił zasady nauki ducha, służące do wynalezienia praw natury. Przyrodoznawstwo zdaniem Bakona może czerpać treść swoją tylko z doświadczenia, będącego korzeniem wszelkiej wiedzy, która mając być wiernym, a nie dowolnym tłumaczem natury, powinna wyjść z postrzeżeń i doświadczeń. Wszakże na samem śledzeniu zjawisk poprzestać nie wolno i nie dość jest, od jednego po-

strzeżenia gonić czem prędzej do drugiego lub od jednego doświadczenia przechodzić do następnego. Pojęcia zmysłowe ograniczają się tylko na samej skorupie zjawisk, a człowiek myślący powinien się starać usilnie o to, aby poznał także przyczyny zjawisk i przyczyny tych przyczyn. Do tego zaś nie wystarcza już ani sam zmysł, ani też sam rozum. Pierwszy jest za słaby i łatwo ulega złudzeniom; drugi, okolony sidłami przesądów jest nieporadny, jak ręka bez narzędzia i najpierwej z nich wydobyć się musi; bo posiadając wielką skłonność do przeskakiwania od rzeczy zmysłowych wprost do niezmysłowych, od szczegółów do ogółu, zanadto prędko sprzykrzy sobie powolną drogę doświadczenia. Dlatego potrzeba go postawić pod kierownictwo osobnej metody, a tą jest indukcya, jednakże nie ta, której dotychczas używano. Wychodzi ona wprawdzie także od szczegółów i podnosi się do ogółu, lecz zatrzymując się spokojnie w dziedzinie doświadczenia, nie opuszcza jej dopóty, aż ją całą zbada zupełnie. Postępując stopniowo naprzód, krok za krokiem, uważnie i ostrożnie, wśród ciągłego rozkładania natury ogniem ducha, zbiera ona i kojarzy, co do rzeczy należy, a wydziela wszystko, co jej obce i tym sposobem od pojedynczych doświadczeń przychodzi do ich przyczyn najbliższych, od tych znowu do dalszych, a nareszcie z nich wszystkich wywodzi prawa powszechne; przytem wnet idzie do góry, wnet zstępuje znowu na dół, podnosząc się wszakże ostatecznie z ostrożnością coraz wyżej. Prawdziwy badacz natury podobny jest do pszczoły, która zbiera materyał na

miód i wosk z kwiatów i przerabia go w sobie, podczas gdy prosty empiryk postępuje trybem mrówki, która tylko zbiera i znosi, a bezwzględny myśliciel trybem pająka, snując z głowy swojej mrzonki, jak ten pajączynę. W rzeczy samej, *Organon* Bakona przeistoczyło uczonych pająków w skrzętnie pracujące pszczoły i przyczyniło się znacznie do tego, że badanie natury odżyło nowem życiem, a przyrodoznawstwo wyrosło w drzewo olbrzymie, pełne wspaniałych kwiatów i owoców, które sięgającemu po nie przynoszą wesele i życie, a nie troski i śmiertelność, w drzewo, mówię, z rozłożystymi konarami światła, do których już żadna świętokradzka ręka nie przyłoży bezkarnie żelaza.

Dalsze wykształcenie tej od Bakona poleconej metody, jej rozszerzenie i uzupełnienie nastąpiło dopiero w nowszych i najnowszych czasach, gdyż dawniej nie miano jeszcze doskonałych narzędzi, służących do wspierania zmysłów i dla tego też Bakon osobliwszej wartości do nich nie przywiązywał. Dziś jednak posiadamy różne sposoby do podniesienia bystrości naszych zmysłów i nadania im siły przedtem nieznanej. Zdrowe ucho słyszy dokładnie silny głos męzki tylko do odległości 800 stóp. Biot zaś rozmawiał się z drugą osobą po cichu za pomocą rur do prowadzenia wody przeznaczonych, jeszcze w odległości 3000 stóp paryskich, a tubą posyła się silny głos męzki na odległość 18.000 stóp. Gołe oko przenika dwanaście odległości syryuszowych w przestrzeni świata, do przebycia których światło pomimo bajecznej chyżości swojej (40.145 mil na 1 sek.) więcej niż 36 lat potrzebuje,

atoli Herszel, a poźniej Rosse za pomocą swego olbrzymiego teleskopu widział jeszcze ciała niebieskie 200 razy więcej odległe. Pod mikroskopem, powiększającym 1000 razy w średnicy lub milion razy co do powierzchni, widzi się przedmioty, których wolnem okiem ani dostrzedz nie można. Nerwy podskórne są wrażliwe na małe różnice w temperaturze, ale $\frac{1}{1000}$ R. rozpoznać nie umieją, którą termoelektryczne ogniwo stosu Meloniego w stosownem połączeniu z magnetyczną igłą wyraźnie jeszcze okazuje. Komu więc mogłoby przyjść na myśl powątpiewać, że przez narzędzia, rozszerzające tak znacznie granice, zakreślone naszym zmysłom, przybywa obfity materyał do badania, a człowiek staje się niejako istotą bystrzejszymi zmysłami uposażoną?

Bakon nie przykładał też wielkiej wartości do ilościowych oznaczeń; dziś ma się rzecz odwrotnie, gdyż przekonano się, że prawidłowość bardzo wielu zjawisk tylko na stosunkach ilościowych zasadza się. Uczony lord zalecał indukcyę jako najpotężniejszą dźwignię podniesienia wyżej nauk przyrodnich. W dzisiejszych czasach została ona wzmocnioną przez połączenie indukcyi z dedukcyą. Rozłożywszy przez indukcyę zjawisko bardziej zawiłe i od kilku współdziałających przyczyn zależne na odpowiednie mu części i wynalazłszy do każdej z osobna jej przyczynę, następuje potem jeszcze dedukcya, która prawdy zdobyte niejako na drodze doświadczenia, łączy ze sobą i wynik tego połączenia porównywa z naturą samą, dla powzięcia przekonania, czy obrana droga jest prawdziwą, czy błędną. Dedukcya jest poniekąd

próbą obliczenia, przeprowadzonego w drodze indukcyi i zarazem probierczym kamieniem wewnętrznej wartości nowego postępu. Tym sposobem Galle w Berlinie odkrył planetę, Neptunem nazwaną, zwróciwszy swój teleskop w to miejsce nieba, z którego według obliczeń Leverriera pochodziły perturbacye Uranusa i zmiany w jego drodze dawno już uważane. Tym samym sposobem potwierdził też Lloyd obliczenie Hamiltona, dotyczące rozpadania się pojedynczego promienia światła w pewnych, podwójnie załamujących kryształach! na wiązkę ostrokręgową, a w pewnych okolicznościach walcową, odkrywszy tak zwaną wewnętrzną i zewnętrzną refrakcyę stożkową. Wreszcie z umiejętnością dzieje się jak z pojedynczym człowiekiem, który w młodości potrzebuje mentora, później jest sam sobie mentorem; tak też i umiejętność: krok w niej zrobiony naprzód ułatwia następny, jedna myśl wypływa z drugiej, a światło jedno zapala drugie; w czasach zaś, obfitujących w naukowe środki, przy ułatwionych stosunkach obrotowych, jak dzisiejsze, musiała się znacznie powiększyć liczba badaczów natury, którzy złotę nauki Bakona jako pochodnie rozświecające dawniejszą ciemnotę roznieśli po całej ucywilizowanej powierzchni ziemi. Wiedza nie spoczywa dziś więcej w ciasnych murach zakonnych i nie jest posagiem kasty uczonych, lecz wspólnym majątkiem wszystkich klas społeczeństwa. Świątynia jej położona na niewzruszonych podwalinach doświadczenia, budowana przez tysiące utalentowanych mężów, wznosi się coraz wyżej śród przybudowywania nowych skrzydeł i ciągłego rozszerzania i upiększania

dawniejszej budowy. W ciągu tysiąca lat, od III do XIII stulecia było zaledwie trzech mężów nauki, którzy mieli odwagę badać i myśleć niezależnie, sprowadzając samoistne badanie na właściwy tor; w dzisiejszych czasach każdy niemal rok nowe jakieś odkrycie ze sobą przynosi. Pozbywszy się średniowiecznych mrzonek naukowych, nie tworzymy dziś nowych hipotez sztucznych, a gdzie tego konieczna potrzeba się okaże, zestawiamy ogólne pojęcia, zdjęte z samego przebiegu zjawisk, tylko dla lekszego obejrzenia rozległego obszaru szczegółów, luźnie jeszcze nagromadzonych, i dla połączenia ich w jedną organiczną całość. I chociaż ta świątynia wiedzy, przez tyle wieków zespolonemi siłami wzniesiona, nie jest całkiem jeszcze na ukończeniu i może się nigdy swoich wewnętrznych i zewnętrznych rusztowań nie pozbędzie; jednak już w obecnym stanie swoim nie tylko dla każdego nowego przychodnia jest bezpiecznym przybytkiem, i podziwienie jego obudza, lecz także uczonych samych czcią i uwielbieniem napełnia. Wszelako te wielkie skarby wiedzy naszej w rzeczach natury nie są z wysokich krain spekulacyi sprowadzone, lecz odpowiednio onemu godłu do wspomnionego dzieła Bakona z głębokich kopalń doświadczenia „w pocie czoła“ wydobyte. Teraz w kilku latach zdobywa się więcej, niż przedtem w stuleciach. Do roku 1780 znano tylko sześć planet w układzie słonecznym, po 86 latach podniosła się ich liczba do 98, a z tych w ostatnich trzech latach siedmnaście samych planetoidów odkryto, ostatnią (Antiope) dnia 1go października 1866 roku. Przed wynalezieniem teleskopu

w roku 1611 nie znano ani jednej gwiazdy podwójnej; pierwszy spis W. Herszela na rok 1782, 1785 i 1804 wykazuje ich 700, a dziś znamy już przeszło 5000, z których wiele uznano za połączone ze sobą nie tylko optycznie, ale także fizycznie, gdyż uważano, że jedna z nich krąży około drugiej, podobnie jak xiężyc około ziemi naszej. Tak samo ma się też z ciałami ziemskiemi. W starym testamencie znachodzimy tylko wzmiankę o sześciu metalach, to jest o złocie, srebrze, miedzi, żelazie, cynie i ołowiu. Grecy i Rzymianie znali także rtęć czyli żywe srebro; na końcu 18go stulecia wzrosła była ich liczba do 21, obecnie zaś wraz z odkrytymi niedawno za pomocą spektralnej analizy trzema nowymi: cez, rubid, znamy 55 różnych metalów, a wszystkich pierwiastków chemicznych razem 66, z których nie tylko ciała ziemskie, ale prawdopodobnie także niebieskie są złożone, jak to uczą chemiczne rozbiory meteorytów, które krążąc około większych ciał niebieskich w pewnych okolicznościach spadają na ziemię, i jak spektralna analiza światła słonecznego tudzież jaśniejszych gwiazd wykazała.

Równie wielkie i nie mniej prędkie postępy, zapisane w dziejach każdej gałęzi nauk przyrody, zrobiono też w poznawaniu rozmaitych działaczów natury, które się nawzajem wywołują i wielorako metamorfozują, to jest jedne z nich przemieniają w drugie według pewnych stosunków równoważnikowych, obliczonych dziś z pewnych danych w doświadczeniu i wyniesionych do godności najwyższego prawa natury. Dopiero w najnowszych czasach udało się przy

pomocy matematyki wejrzeć w samą głębię zjawisk, od elastyczności zawisłych i tym sposobem opierając się na pewnych zjawiskach zasadniczych, przyjść do przekonania, iż akustyka, optyka i termika są tylko osobnemi formami ogólnej dynamiki, w których pewne osobliwe ruchy najdrobniejszych cząstek ciał, do ich składu istotnie należących, już nie jako takie przychodzą do naszej świadomości, lecz w uchu dźwięk, w oku światło, a w podskórnych nerwach całego ciała ciepło sprawiają. Matematyczne uprawianie nauk przyrodnich nie mało wspiera empiryczne usiłowania badaczów natury, zmierzające do coraz dokładniejszego poznania związku pomiędzy wszystkimi jej działaczami. Tym sposobem odkryto prawa elektro- i termomagnetyzmu, magnetyzmu obrotu i diamagnetyzmu, magneto- i termoelektryczności, nareszcie wpływu elektromagnesów na płaszczyznę polaryzacyi światła i na drgania elektryczne, tudzież elektrodynamiki w ogólności i w żyjących organizmach. Poznany związek między częścią a całością dozwala nam czynić nieraz najśmielsze wnioski z małego na wielkie. Z czasu, który potrzebuje nowo odkryty planeta do odbycia małego kawałka swej drogi, oblicza dziś astronom czas zupełnego obiegu tego ciała niebieskiego i jego odległość od słońca; z okruszyny kryształu, zaledwie widomej gołem okiem, poznaje mineralog kształt jego i położenie osi krystalograficznych, a tem samem wewnętrzne ułożenie w nim najdrobniejszych cząsteczek; botanik zaś z odcisku liścia roślinę, na której on przed tysiącami lat urósł. Z taką samą pewnością zoolog z pojedynczego zęba, kręgu szyjowego lub

pazóra odgaduje wzrost i kształty zwierzęcia, które przed tysiącami lat pewną okolicę zamieszkiwało. W małych elipsach, które w skutek aberacyi światła opisują gwiazdy w ciągu roku na sklepieniu niebios, widzi astronom drogę ziemi w pomniejszonym rozmiarze i z nieforemnego biegu xiężyca oblicza wielkość spłaszczenia ziemi na jej biegunach a wzniesienia pod równikiem. Z wysokości tonu, dobytego ze struny, dochodzi fizyk z największą ścisłością liczby niewidomych drgań, wykonanych przez nią w jednej sekundzie. Barwa perłowej macicy zdradza mu nie tylko chropowatość powierzchni tego ciała, ale nawet odległość jednej z tych delikatnych bruzd od drugiej; siła prądu alektrycznego okazuje zarazem ilość wody, którą on w jednej sekundzie rozłożyć, lub ilości światła i ciepła, które rozwinąć jest w stanie. A najbardziej znamionuje dzisiejszy tryb badania natury owa ciągła dążność do zajęcia coraz wyższego stanowiska w przeglądzie różnorodnych zjawisk przez sprowadzanie ich przyczyn, jako wielkości ruchu, do wspólnej jednostki czyli miary, gdyż udało się już nie tylko wszystkie siły mechaniczne, ale także ciepło i magnetyzm, tudzież tak zwane siły elektrobodźcze i elektrodynamiczne sprowadzić do najpowszechniejszej, najlepiej nam znanej siły ciężkości, i wyrazić je wszystkie przez równoważną wielkość pracy. Badanie natury w najogólniejszem rozumieniu rzeczy ma ostatecznie z materyą i siłą do czynienia, które wszakże tylko w myśli dla łatwiejszego pojęcia każdego szczegółu bywają od siebie oddzielane, w rzeczywistości zaś tylko razem istnieją i jedną bezwzględnie nieroz-

dzielną całość przedstawiają. Całkowitą ilość tej równie jak i tamtej w naturze jest bezwzględnie niezmienną, zatem ani się nie powiększa ani nie pomniejsza. Ciała w przebiegu zjawisk zmieniają tylko kształty swoje lub wewnętrzny skład, a siły ich tylko tryb lub kierunek swej działalności; lecz jak nic w świecie nie powstaje z niczego, tak też w niwec obrócić się nie może. Tam, gdzie materya zdaje się znikać, usuwa się ona tylko zpod naszych zmysłów, a pozorne zużycie siły jest raczej przemianą onej w zupełnie inne działanie, lub zmianą formy, w jakiej się ona przed tem objawiała. Mylnem jest też zdanie wielce rozpowszechnione, że siły chemiczne działają inaczej w istotach organicznych, a inaczej w nieorganicznych, gdyż patrząc na świat z umiejętnego stanowiska, nie znachodzimy nawet realnej podstawy do takiego podziału ciał w przyrodzie, a rozmaitość sił, objawiających się w obu tych przypadkach, pochodzi jedynie od rozmaitości ich stosunków w danym razie, zwłaszcza, że najogólniejszym wyrazem działania siły jest ruch, stanowiący nieoddzielne znamię każdego zjawiska. Wszak nawet czynności naszych zmysłów zawisły od ruchów i przez odpowiednie ruchy w nerwach bywają załatwiane; każda myśl, każde czucie pociąga za sobą zużycie, a tem samem zmianę masy nerwowej, która się ze krwi znowu uzupełnia i odnawia; a w skutek pomniejszania się mózgu w podeszłej starości tracimy stopniowo najprzód pamięć, a potem z nią zwykle także dawniejszą bystrość umysłu.

W naturze natrafiamy też nieraz na różne stany

równowagi sił, ale te są raczej przejściem z jednego rodzaju ruchu w drugi i poniekąd ukrytymi ruchami, nie zasługującymi nawet na powyższą nazwę, jak n. p. tak zwana ruchoma równowaga ciepła, która, jak wiadomo, na tem polega, że ciała najbliższe siebie co chwila tyle ciepła (to jest żywej siły molekularnego ruchu) otrzymują, ile go utracają, czyli raczej na inne ciała przenoszą; lub równowaga pary zetkniętej z swoją cieczą, w której molekuły równie jak i w parze bardzo prędkie ruchy wykonują i przez gwałtowne, ciągłe powtarzające się uderzenia o ściany naczynia sprawiają to, co prężnością pary nazywamy. Nawet chemiczne połączenia, uważane do niedawna za spoczywające składy różnorodnych atomów, nie są wcale nimi w tem znaczeniu, lecz muszą być raczej płodami ciągłej wymiany, odbywającej się pomiędzy pierwiastkami tychże składów. To pierwsze zasadnicze prawo w gospodarstwie natury, orzekające stateczność materyi, znali już filozofowie greccy. Wyznawcy najstarszej ich szkoły, jońskiej, twierdzili wyraźnie, że „istota rzeczy utrzymuje się ciągle i ani nie powstaje, ani nie ginie“, a Lukrecy w I xiędze o naturze rzeczy usiłuje dowieść, że „z niczego nic powstać nie może.“ Od onych czasów począwszy nie wątpiono już więcej o niepodobieństwie niweczenia pierwiastków ciał; atoli prawda ta dopiero w końcu zeszłego wieku przez Lavoisiera z ważką w ręku potwierdzona, stała się gwiazdą kierującą w naukowych badaniach, gdyż gmin, powodujący się w zdaniach swoich samymi tylko pozorami, mniema dziś równie jak przedtem, że woda,

w otwartem naczyniu przez niewidome odparowanie ubywająca, znika istotnie i ginie, że drzewo w piecu, a olej w lampie przez gorenie, trup zaś przez gnicie takiemu samemu losowi ulega. Gmin dziś jeszcze w rośnięciu drzewa lub ciała zwierzęcego nie widzi skutków przywłaszczania sobie i wcielania pokarmów, przez te istoty pobieranych i do odnawiania ich ciała niezbędnie potrzebnych, lecz uważa te czynności raczej za proteuszową własność tak zwanych sił żywotnych, które rej wodząc w ciele nie tylko wzrost i odradzanie się zużytych w niem części, ale także rozmnażanie jego załatwiają. I coż nareszcie w tem tak dziwnego? Wszak do niedawna jeszcze opowiadano sobie za rzecz pewną, że Pinetti w tej samej chwili przez wszystkie rogatki wyjechał z miasta a przed kilku laty wierzono powszechnie, że stoliki na rozkaz pewnych wybrańców mogą się same ruszać i pukaniem nóżki zwiastować obecność duchów, stawiących się na zawołanie do rozmowy!

Drugiem zasadniczem prawem natury jest stateczność zachowania sił. Siła w znaczeniu tego prawa nie daje się nigdy zniweczyć, a wielkość jej ciągle ta sama zostaje, okazując się stateczną śród rozmaitego przenoszenia czynności z jednego ciała na drugie, w skutek czego zdaje się ona w tamtem znikać, a w tem znowu w odpowiedniej wielkości pojawiać. Wszelako jak sama z niczego powstać nie może i w oddzieleniu od materyi nie istnieje, tak też w niwec się nie obraca, gdyż razem z nią także materya musiałaby być zniszczoną, co dla pierwszego prawa natury jest niepodobnem. Kiedy dwie siły równe trzy-

mają sobie równowagę, nie następuje ich zniszczenie, lecz tylko skuteczność jednej działaniem drugiej jest powstrzymana, a usunąwszy jedną z nich zaraz druga z całą mocą swoją na jaw występuje. Prawo to jest subtelniejszem od pierwszego, gdyż długi czas nawet pomiędzy uczonymi nie znalazło należytego uznania. Tak n. p. hrabia Albert z Bollstädt w XIII wieku, dla swej wszelką ówczesną wiedzę obejmującej uczoności *Albertus Magnus* zwany, spisał całą xięgę o siłach roślin, zwierząt i kamieni, którym ponadawał najdziwączniejsze własności, nie podległe żadnej zmianie. A dziś znowu są jeszcze tacy, co prawu temu albo tylko warunkowe przyznają znaczenie, powołując się na siłę kiełkowania u nasion, która z czasem całkiem gaśnie, tudzież na śmiertelność u zwierząt, których „siła żywotna“ raz także ustaje, albo przypisują niektórym siłom natury niespożytość bez granic, przytaczając za przykład: *a*) to ciężkość ciał, w skutek której one bez ustanku wywierają ciśnienie na swoją podkładkę, a gdy ta zostanie usunięta, zawsze i wszędzie spadają ku środkowi tego ruchu z chyżością co raz bardziej rosnącą; że zaś to dziać się może tylko pod wpływem siły ciągłej, której tryb działania stoi w odwrotnym stosunku do drugich potęg odległości, więc ją znowu inni z prawem statecznego zachowania siły pogodzić nie umieją; *b*) to znowu magnetyzm, który nie doznaje najmniejszego osłabienia, chociaż się jednym magnesem tysiące prętów stalowych przez nacieranie zamieni w magnesy; *c*) to elastyczność, która niezmiennie w tych samych okolicznościach czyni

z równą mocą sposobnem powietrze lub strunę do wydania głosu i tonów, a eter światowy do przesyłania światła, ciepła i chemicznych promieni słońca; *d*) to nareszcie galwanizm, termomagnetyzm i t. p. działacze w naturze. Atoli wszystkie te przykłady nie dowodzą wcale, że pojedyncze siły natury są niewyczerpanymi zdrojami czynności w zwykłem znaczeniu tego wyrazu, gdyż wydaje się każdą z nich w miarę jej działania podobnie, jak pewną sumę pieniężną, za którą sobie ktoś różnych rzeczy nakupi. Z tego zaś znowu wynika bezpośrednio, że dana siła nie może się okazywać zawsze równie skuteczną bez końca i odradzać się ciągle sama z siebie, jak owa mityczna wątroba, którą sęp co dzień wyjadał Prometeuszowi.

Właściwe znaczenie tego drugiego prawa jest inne. W koło nas natrafiamy ciągle na ruchy, to w postaci przenoszenia się całych mas z jednego miejsca na drugie, to znowu w postaci peryodycznego oddalania i zbliżania się do siebie najdrobniejszych cząstek tychże mas, czyli w postaci dźwięku, ciepła, światła, chemizmu i t. p. Zbadawszy okoliczności, w jakich te ruchy powstają i po sobie następując zmieniają się z taką punktualnością, iż nie tylko naprzód możemy przewidzieć cały ich przebieg, ale także ich natężenie i kierunek, powzięliśmy przekonanie, że matematyczne wzory, wystawiające prawidłowość tych ruchów, najmniej zawiłymi się stają, jeśli pojedynczym cząstkom rzeczy materyalnych przyznamy pewne własności pierwotne, siłami nazwane, czyniąc ich wielkość zależną od ilości masy i od

wzajemnej odległości pojedynczych cząstek tejże masy. Te przyznane im własności nie są czczymi utworami naszej wyobraźni, lecz mają rzeczywistą bytność w prawdziwem znaczeniu tego wyrazu i do istoty ciał nieoddzielnie należą; gdyż w świecie zjawisk przedstawiają się nam jako przyczyny ruchów inne ruchy, które się nieraz stają przyczynami znowu innych ruchów i t. d., póki ostateczne ogniwa łańcucha tego z oczu naszych całkiem nie znikną. Dlatego właśnie w miejscu ostatnich przyczyn tych ruchów kładziemy pierwotne siły i obchodzimy się z niemi jak z istotnemi ich przyczynami. Wszelkie nasze badanie natury wychodzi tedy ostatecznie na to, że najprzód rzeczy wprost pod zmysły podpadające rozpoznajemy, potem to, co z powodu swoich przestrzennych lub czasowych wymiarów nie jest bezpośrednio dostępnem zmysłom naszym, odsłaniamy za pomocą przyrządów przez stosowne doświadczenia i opartą na nich indukcyę, a nareszcie porządkując wszystkie poznane zjawiska, przywracamy między niemi wewnętrzny ich związek naturalny zgodnie z prawami naszego myślenia. Ciężkość ziemska i powszechne ciężenie ku sobie każdych dwoch nawet najmniejszych cząstek materyi światowej, objawia swą czynność z dali według prawa Newtona w prostym stosunku mas, a odwrotnym kwadratów z odległości tychże mas od siebie. Prawo to, wywiedzione z samych zjawisk ruchu ciał niebieskich, jest bezpośrednim wyrazem tych ruchów i wiernym tłumaczem natury. Sławny ten mąż nie poprzestał na jego odkryciu i odsłonieniu prawdziwej istoty siły

ciężkości, lecz chciał koniecznie tę siłę wyobrazić sobie fizycznie i trafił dla tego na trudności nie do pokonania. Albowiem tylko to da się dokładnie wyobrazić, do czego w skarbcu świata zmysłowego posiadamy wzory. Tak n. p. wyobrażamy sobie bez trudności molekuły i atomy ciał, tudzież ruchy cząstek powietrza w dźwięku, a cząsteczek eteru w świetle, bo widzimy dokoła nas wielkie i małe ciała, to w pozornym spoczynku, to znowu w rozmaitym ruchu. Mając więc dostateczny meteryał do tej logicznej czynności, potrzebujemy tylko przez abstrakcyą od zmysłowych pojęć odejmować pewne znamiona i tworzyć z nich analogiczne formy przestrzenne lub czasowe albo zestawienia tychże, a wszystko będzie w porządku. Z siłami zaś pierwotnemi ma się rzecz inaczej. Siły te znamy tylko jako coś oderwanego od zmian, których nasz zmysł doznaje w skutek wrażeń, pochodzących od świata zewnętrznego; nie posiadamy więc, że się tak wyrażę, zmysłowego materyału do wyobrażenia sobie onych. Wszelkie nasze usiłowania w tym względzie kończą się na tem, iż dość niezgrabnie sposobem gminnym zamiast tych sił kładziemy w myśli rzeczy, różniące się od nich jak niebo od ziemi, n. p. ciężary, które ciągną, sprężyny, które cisną, bo te w szczególnych wypadkach sprawiają podobne skutki, jak one siły, na pozór niemi zastąpione, albo wystawiamy je sobie liniami, które długością swoją i kierunkami mają odpowiednie stosunki tych sił niejako uzmysłowić. Dla tej to przyczyny nie mógł sobie też Newton wyobrazić siły przyciągającej, grawitacyą nazwanej, która owła-

dnąwszy raz każdą najdrobniejszą cząstkę ciał ważkich, przenika ją poniekąd na wskróś i czyni ciałą sposobnemi do wzajemnego przyciągania się przez najrozciąglejszą nawet próżnię według rzeczonego prawa, które stwierdzają ruchy ciał niebieskich w każdym zakątku niezmierzonej przestrzeni świata. Z siłą przyciągającą łączy się koniecznie pojęcie działania z dali, gdyż jedyne zjawisko, zniewalające nas bezpośrednio i nieodzownie do przypuszczania takiej siły, jest zbliżanie się dwoch mas do siebie bez wszelkiego zewnętrznego popychania lub współdziałania jakichkolwiek innych molekułów. Jeśli przeto dwie jakie masy zbliżać się mają do siebie, nie mogą już być zetknięte ze sobą, a że współdziałanie wszystkich innych cząstek materyalnych ma być wykluczone, więc siła przybliżająca jedną masę do drugiej musi działać właśnie przez próżnię, która je rozdziela. Tak streszczone prawo grawitacyi nie stoi w sprzeczności z prawem statecznego zachowania siły. Oddalając bowiem masę *A* od masy *B* za pomocą jakiejś siły zewnętrznej, wzajemne ich przyciąganie się w skutek ciążenia ku sobie pomniejsza się wprawdzie w stosunku $p : P = \frac{1}{d^2} : \frac{1}{D^2}$, ale siła przyciągająca nie niweczy się wcale w odległości większej, bo masa *A* w odległości *D* od masy *B* sama sobie zostawiona biegnie napowrót do *B*, a zdążywszy do pierwotnego miejsca swego, doznaje w niem znowu takiego samego przyciągania od masy *B* i działa na nią ze swej strony tak samo, jak przedtem, a prócz tego nabyła w tym ruchu pewnej chyżości *c*, której druga potęga pomnożona przez ilość tej masy daje

iloczyn dwa razy większy od ilości pracy, spotrzebowanej na to, aby rzeczonym sposobem *A* od *B* oddalić. Przez taką więc zmianę w systemie dwoch mas zaszłą w skutek przystąpienia doń obcej siły zewnętrznej, którato zmiana, jak widać, jest koniecznie połączona z zużyciem odpowiedniej pracy, ani najmniejsza cząstka początkowej siły nie została zniszczoną, lecz tyle tylko onej poszło na sprawienie rzeczonej zmiany, ile siły przybyło zewnątrz. Lecz coż jest w ogóle miarą siły przyciągającej? Jest nią narostek chyżości ciała, w skutek działania tej siły poruszonego, które nabywa go w jednostce czasu i na mocy bezwładności zachowuje każdy taki napęd do zmniejszenia swej odległości od masy przyciągającej, przez co oczywiście chyżość jego biegu ciągle powiększać się musi. Co z tych narostków chyżości ciało bieżące w ciągu jednostki czasu niejako przyzbiera czyli naspischrzy, wzięto za miarę wielkości siły przyciągającej. One przeto w równych zresztą okolicznościach mają się do siebie odwrotnie, jak kwadraty z odległości mas nawzajem ku sobie ciężążących. To zaś zgadza się zupełnie z najwyższem prawem zachowania siły w naturze, które orzeka, iż w każdym systemie mas, samym sobie zostawionych, suma sił prężnych dodana do sumy żywych sił ruchu daje zawsze i wszędzie tę samą ilość, czyli (co na jedno wychodzi), że dla każdego takiego systemu iloczyn z mas, liczbami wyrażonych i z połowy drugich potęg chyżości tychże mas, w ruchu będących, jest pewnem maximum raz na zawsze danem, którego ani przekroczyć, ani umniejszyć nie podobna, a

to z powodu, że ruch nigdy się tak nie niweczy, aby nie mógł być kiedyś znowu przywróconym; gdyż on ustaje tylko w skutek jakiejś zmiany miejsca, która w swoim czasie występuje jako przyczyna ruchu tych mas w przeciwnym kierunku, odbywającego się w ten sposób, iż gdy one do pierwotnych miejsc swoich powrócą, ta sama wielkość ruchu znowu się reprodukuje, jaka w ciągu poprzedniej zmiany miejsca była się zużyła, z zastrzeżeniem wszakże, że miarą tych ruchów są zawsze powyższe iloczyny, żywemi siłami ruchu tych mas nazwane. Za przykład weźmy oscylujące wahadło. Gdy to z miejsca równowagi wydalone, co raz więcej chyżości pierwotnie otrzymanej utraca i przytem wielkość ruchu ciągle się zbezwładnia, mówimy, że żywa siła przemienia się w siłę prężną, jeżeli zaś ono, zbliżając się znowu do swego miejsca równowagi, odbywa bieg w przeciwnym kierunku, wtedy znowu twierdzimy, że z siły prężnej wyłania się napowrót żywa siła ruchu. Największą ilością czyli maximum siły ostatniej jest połowa iloczynu z wahającej się masy i drugiej potęgi natężenia wachnień. Wahadło posiada tę żywą siłę w przechodzie przez swoje miejsce równowagi, w każdym zaś innym punkcie łuku wachnienia jest ona mniejszą, a w punktach zwrotu $= 0$, będąc tam całkiem przemienioną w tak zwaną siłę prężną czyli zaspichrzoną pracę, która staje się następnie przyczyną ruchu zwrotnego, gdyż od tej chwili zdąża wahadło znowu do miejsca równowagi i odzyskując tu początkową żywą siłę na powrót, dochodzi w niem do maximum natężenia wach-

nień. Podobnie zachowują się wszystkie działania w naturze zawsze i wszędzie, począwszy od ruchów ciał niebieskich aż do płomienia w piecach naszych lub lampach, gdzie atomy z dziwnych i dla nas zawsze jeszcze zagadkowych więzów wydobywają się, które im niegdyś długoletnia praca promieni słońca nałożyła. Dla lepszego wyświecenia rzeczy pomyślmy sobie, że w przytoczonym wyżej przypadku masą B jest ziemia bez atmosfery, uwolniona od wszelkiego wpływu ciężenia powszechnego, masą zaś A kamień w górę rzucony, który z chyżością malejącą coraz więcej oddala się od ziemi w ruchu niejednostajnie opoźnionym, póki udzielona mu chyżość c nie spotrzebuje się całkiem w tym biegu. Odtąd zacznie on spadać na dół i zdążywszy do powierzchni ziemi posiadać będzie pierwotną chyżość rzutu c, a z nią także i wielkość żywej siły $= \frac{1}{2}Ac^2$, która wystawia ilość pracy p, potrzebnej do rzucenia masy A w pionowym kierunku do góry tak wysoko, aby ona spadłszy ztamtąd powróciła do ziemi z chyżością $c = \sqrt{2gh}$, gdyż $p = Agh = \frac{1}{2}Ac^2$. W rozumowaniu tem nic się nie zmieni, jeśli ów kamień wystawimy sobie w daleko większej odległości od ziemi. Jedyna tu różnica będzie ta tylko, że on, oddalając się od ziemi, w większej odległości spotrzebowuje powolej otrzymaną chyżość, a zbliżając się do niej powolej ją znowu odzyskuje, niż w razie, gdy się w mniejszem oddaleniu od niej znajduje. Ostateczny skutek będzie zawsze ten sam, tylko że poźniej nastąpi. W chwili, kiedy pionowa chyżość rzuconego w górę kamienia całkiem się zużyła, w systemie tych

dwoch ciał nie ubyło siły poruszającej, chociaż siła zewnętrzna w tem miejscu zażyta, łatwiejby go mogła od ziemi oddalić, niż w każdem innem miejscu bliższem jej powierzchni, a on padałby ztamtąd z mniejszem przyspieszeniem, niż z miejsca bliżej ziemi położonego, gdyż masa kamienia w każdem takiem miejscu posiada pewien skarb żywej siły ruchu, przemieniony w pracę, z której ostatecznie wyłonić się musi tem większa chyżość końcowa spadku, im bardziej on od powierzchni ziemi był oddalony.

Nazwy „żywa siła ruchu", „siła prężna" i „siła przyspieszająca" oznaczają tedy trzy zupełnie różniące się od siebie rzeczy. Żywa siła jestto istotna wielkość odbywającego się ruchu. Nazywamy ją siłą, ponieważ jako przyczyna ruchu nie tylko się okazuje czynną w ciałach na mocy ich prawa bezwładności, ale daje się także na inne ciała przenosić; spoczywające bowiem masy można przez poruszone w ruch wprawiać. Pod siłą prężną rozumiemy rozporządzalną przyczynę ruchu bez względu na czas, w którym ona ruch ten sprawia, lub sprawiać może. Siłą nareszcie przyspieszającą pewnej masy nazywamy iloraz, otrzymany w dzieleniu narostka jej chyżości w nieskończenie małym czasie przez długość tego czasu. Siła przyspieszająca w danym systemie mas jest przeto w każdej chwili zależną z jednej strony od mas poruszonych, albo mających być poruszonemi, i od chyżości, których te masy w danym wypadku już nabyły, z drugiej zaś strony od chyżości, z jaką siła prężna zamienia się w żywą siłę ruchu, albo w nią zamienićby się mogła. Widocznie

siła przyspieszająca pojedynczych mas rosnąć lub pomniejszać się może, nie uwłaczając przeto bynajmniej ogólnemu prawu, że w każdym systemie mas suma sił prężnych dodana do sumy żywych sił ruchu daje zawsze tę samą ilość stałą.

Prawo niespożytości czyli zachowania siły w naturze służy znowu za niezbity dowód stateczności materyi, której wielkości czyli masy dochodzi się zwykle oznaczaniem jej ciężaru, a więc tem, co siłą nazywamy. Wszak gdyby część mas nawzajem ku sobie ciężących mogła jakim sposobem naraz być zniszczoną, w niwec by się z nią obrócić musiała także nie tylko siła przyspieszająca tychże mas, ale też według okoliczności część ich siły prężnej lub żywej siły ruchu, albo jakaś część obu razem uległaby zupełnemu zniweczeniu. Okoliczność więc ta, że naruszenie jednego z tych dwoch praw zasadniczych nieodzownie pociąga za sobą obalenie drugiego, wskazuje, że one obydwa w ścisłym i nierozdzielnym związku ze sobą zostają i jest tem pewniejszą dla nas rękojmią, że się nie mijamy z prawdą, odnosząc realną przyczynę wszelkich ruchów grawitacyjnych do mas poruszonych, a nie do próżnych miejsc w przestrzeni, która jedną masę oddziela od drugiej i skutkami tych ruchów niejako przenikniętą być się okazuje. W razie tylko, gdyby siedzibą rzeczywistych sił były punkta matematyczne w przestrzeni, poza obrębem mas leżące, możnaby przypuścić możliwość niweczenia materyi bez umniejszania danej sumy sił w naturze. Prawo grawitacyi Newtona nie ma więc być

tak pojmowane, jakoby przyczyna ruchu, zaspiżona w masach, była ilością zmienną, gdyż ją koniecznie za stateczną uważać musimy. Mówimy wprawdzie, że każde dwie cząsteczki masy światowej działają na siebie z dali w odwrotnym stosunku kwadratów ich odległości, to jest, że $P : p = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}$; ale także natężenie I oświetlenia pewnej powierzchni promieniami światła, padającymi na nią pod równym kątem z różnych odległości, stosuje się do proporcyi $I : i = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}$, a mimo to nie przychodzi nikomu na myśl utrzymywać, że natężenie światła w źródle samem doznaje przez to jakiejś zmiany, jeśli się powierzchnię oświeconą coraz dalej od niego odsuwa. Rzeczona proporcya ma dla tego realną podstawę dla światła, że ta sama ilość żywej siły falek jego przenosi się na coraz inne masy, których wielkości rosną w prostym stosunku z kwadratami odległości od źródła tego światła; zmiana więc oświecenia musi w odwrotnym stosunku tychże kwadratów następować, co też bezpośrednio z prawa o zachowaniu siły wynika. Mówiąc tedy, że powszechne ciążenie zmniejsza się w miarę rośnięcia kwadratów z odległości mas ku sobie ciężących, nie odnosimy wcale tego zdania do źródła atrakcyi, które przeciwnie uważać musimy za niezmienne (gdyż suma działań tych ani się nie powiększa, ani nie umniejsza ze zmianą odległości), lecz wyrażamy tylko, że siła przyciągająca, każdej masie właściwa, będąc stateczną, z jednakowem natężeniem na wszystkie strony swe skutki wywiera, które w pojedynczych miejscach przestrzeni materyą zajętej tem

są słabsze, im większa ta przestrzeń, zatem im bardziej się one na zawartą w niej materyę niejako porozdzielały. Wszak siły przyciągające pojedynczych atomów materyi ważkiej nie są ich własnością bezwzględną, lecz tylko względną, zależącą od współistnienia ciał w naturze; bo gdyby jeden tylko atom istniał w niezmierzonej przestrzeni świata, nie byłby wcale ciężkim czyli ważkim, albowiem nicby go nie przyciągało, ani też on nie miałby czego do siebie przyciągać. Dopiero drugi atom utrzymuje go w usposobieniu do takiego działania i doznaje od niego podobnego oddziaływania. Pomyśliwszy sobie tedy dwie współśrodkowe kuliste powierzchnie z jedną dynamidą w samym ich środku i przypuściwszy, że wewnętrzna przestrzeń pomiędzy niemi jest zapełniona masą jednostajnie gęstą, ale w porównaniu z rdzeniem środkowej dynamidy nieskończenie delikatną, zatem pojedyncze cząsteczki (atomy) tej masy w równych od siebie odstępach, widocznie ta dynamida na wszystkie atomy, leżące na współśrodkowych powierzchniach kulistych, jednakowe przyciąganie wywiera, co tylko w skutek jej działania na każdy z nich z osobna w odwrotnym stosunku kwadratów z odległości jest możliwem, gdyż suma wszystkich działań wypadkowych pomiędzy ową dynamidą a każdą z tych współśrodkowych materyą zasianych powierzchni, czy kwadrat z odległości pojedynczych atomów od jej środka jest większy czy mniejszy, zostaje dla tego ta sama, że ilość cząstek materyalnych na każdej z nich za to jest większa w tym samym stosunku, w jakim kwadrat z jej promienia rośnie.

Na prawie stateczności materyi i siły buduje dziś astronom wszystkie swoje wywody i tłumaczenia. Na niem wznosi swobodnie chemik nowy gmach swej nauki, idąc w tem nawet krok dalej, niż astronom, gdyż w każdym pierwiastku widzi on nie tylko masę, owładniętą pewnym zasobem siły ciężkości, ale także zarazem realną podstawę ciążenia i chemizmu. Nauka przyrody istotnie dopiero na podwalinach tego prawa do rzędu umiejętności podnieść się mogła, bo gdyby materya i siła powstawała z niczego i czasem lub częściowo znowu w nic się obracała, byłaby natura ciągle a ciągle inną; o prawach natury, których główną cechą jest stateczność czyli niezmienność, nie byłoby mowy, a umiejętność natury czyli przyrodoznawstwo do urojeń policzyćby wypadało.

Trzeciem zasadniczem prawem natury jest przenośność sił jako ilości ruchu i przemienienie czyli metamorfoza jednych działaczów natury w drugie według niezmiennych stosunków równoważnikowych. Prawa przesyłania ruchu falowego, odgrywające w naturze tak wielką rolę, polegają całkiem na przenoszeniu pewnych działań mechanicznej siły na najmniejsze cząsteczki sprężystych pośredników tego ruchu, a od tych znowu na inne, graniczące z tamtymi. Siła ta, jako ilość ruchu znachodzi się cała w każdej choćby najbardziej rozszerzonej fali, uważanej za jedną całość, gdyż w takiej fali z pomykaniem się jej w przestrzeni coraz dalej od warstwy do warstwy zmienia się tylko suma materyalnych cząstek, które przez ową pierwotną siłę kolejno w ruch bywają wprawione, a w skutek tego, pominąwszy zmiany kierunku, wy-

darzające się niekiedy, także i ta część siły, która przytem na każdą pojedynczą cząstkę pośrednika przypada. Przenośność sił ruchu okazuje się nam też przy każdym wystrzale z działa lub strzelby. Kula wyrzucona pędzi jako masa mniejsza z pewną dość znaczną chyżością w jedną stronę, a przyrząd do jej ciskania użyty, cofa się równocześnie z daleko mniejszą, masie jego i tych ciał, z któremi on niejako jest połączony, odpowiednią chyżością. Prócz tego powietrze, eter i metal tego przyrządu wraz z elastyczną jego oprawą przechodzą w drgania właściwe, na których polega światło, ciepło i huk, pojawiające się przy strzale.

Jeśli jaka siła w pewnych okolicznościach czynna znika na pozór, a natomiast powstaje inna, wielkość pierwszej stoi do wielkości drugiej w niezmiennym stosunku, gdyż siły, jako ilości ruchu w różnych formach pojawiać się mogą. Dla tego też zastępują się one nawzajem i każda z nich jest odpowiednim równoważnikiem drugiej. Gdy dwa ciała w biegu zetkną się ze sobą i po uderzeniu zdają się mniejszą sumę sił mechanicznych posiadać, niż miały przed uderzeniem, pochodzi to ztąd, że jedna część ilości ruchu poszła na sprawienie łoskotu, który przy tem słyszeć się daje, druga na zmianę ich kształtu, a przynajmniej na powiększenie gęstości onych, trzecia zaś na podniesienie temperatury. Chociaż konie w zaprzęży a parowóz na kolei żelaznej pomimo ciągłego działania swego na poruszone masy nie nadają im coraz większej chyżości, jakby to dla bezwładności ciał być powinno, jednak ubytek ilości ruchu postępowe-

go znachodzi się za to w innych formach, mianowicie w drzącym ruchu całego pociągu, tudzież w hurkocie, który on w biegu sprawia, nareszcie w formie ciepła grzejących się osi. Tarcie pomniejsza dla tego ilość ruchu mas całych, że ją w części na molekuły tychże mas przenosi, i to nie tylko w ciałach stałych, ale także i płynnych. Tym sposobem każde koło wodne, każdy potok, spadający z gór po skalistym gruncie, jest środkiem przemiany pewnej, chociaż nie wielkiej, części siły poruszającej w ciepło. Opór, którego doznaje krew, krążąca w naszem ciele, szczególnie w przechodzie do włoskowatych kanałków, rozłożonych w niem misternie na kształt najdelikatniejszej siatki, tamuje wprawdzie do pewnego stopnia wielki i mały jej obieg, lecz przez to przyczynia się zarazem nieco do podniesienia naturalnego ciepła tegoż ciała. Dopóki ruchy odbywają się w próżni, cała ilość mechanicznej siły zachowuje się w masie poruszonej, skoro zaś ona wpadnie do jakiego płynu, stawiającego opór, zaraz następuje pozorna utrata mechanicznej pracy, znachodząca odpowiednie pokrycie w cieple, w skutek tego powstałem. Ciepło to w razie wielkiego oporu dla wielkiej chyżości może podnieść temperaturę poruszonej masy aż do białego żarzenia, jak to widzimy na aerolitach, wpadających nieraz do naszej atmosfery z ogromną chyżością, wynoszącą kilka mil na sekundę i sprawiających w niej nie tylko chwilowe mignięcie się ognia na sposób rakiety po niebios sklepieniu, ale także w razie częstszego pojawiania się tego zjawiska w krótkim czasie podniesienie jej temperatury w tem miejscu. Tak zwa-

ne więc przeszkody ruchu, tarcie i opór żywiołu, przed stawiają się nam dziś z innej strony, niż do niedawna, gdyż nie niweczą sił, lecz zamieniają je w inne, mianowicie siłę mechaniczną w ciepło. Lecz właśnie ta okoliczność jest dla życia w naturze nie bez wielkiego znaczenia; ciepło bowiem nigdy się nie zamienia całkiem w mechaniczną siłę, a do tego także siły chemiczne w miarę tworzenia połączeń przyjmują formę ciepła, które znowu tylko w części da się przeobrazić w pracujące siły mechaniczne, przez co zasób tych ostatnich coraz bardziej się pomniejszać, a tem samem powoli i zdrój życia całkiem wyschnąćby musiał, gdyby natura temu w inny sposób nie była zaradziła, udzieliwszy ziemi i planetom ogromny zapas tych sił w ruchach dziś jeszcze panujących, i posyłając ciągle od słońca z promieniami światła także mechaniczną siłę i inne warunki życia.

Także siły chemiczne przemieniają się głównie w ciepło, ciepło zaś przemienia się w mechaniczną pracę [1]), ta w elektryczność, a elektryczność znowu w przyciąganie chemiczne czyli chemizm. Przy goreniu węgla spotrzebowuje się chemiczne przyciąganie jego do tlenu atmosferycznego, a natomiast pojawia się ciepło, które parową machinę w ruch wprowadzić i ją w tymże utrzymywać może, przyczem się co chwila pewną ilość ciepła wydaje, a za nią znowu odpowiednią ilość mechanicznej pracy otrzymuje. Przez obracanie zaś szyby w machinie elektrycznej i zuży-

---

[1]) Obacz tom II Biblioteki Ossolińskich: „Wieczyste ruchо“ i tom III: „Ekonomia świata“.

cie przytem pewnej ilości pracy mechanicznej można przyrząd elektromagnetyczny wprawić w ruch wirowy, przez co się znowu obudzi elektryczność prądowa, dająca się użyć do zwrócenia napowrót częściom składowym wody, tlenowi i wodorowi, ich chemicznego powinowactwa, które się przy powstaniu wody zużyło, czyli krótko mówiąc, do rozkładu tego elektrolitu na jego jony (części składowe). Czy wreszcie przy takiej metamorfozie jednej siły w drugą pewna ilość pierwszej usypia, a za nią odpowiednia ilość drugiej dotychczas uspionej budzi się, czy przeciwnie formalna przemiana jednej części żywych sił ruchu w drugą następuje, o to nie ma się co spierać, gdyż ostatnie zdanie więcej ma prawdopodobieństwa za sobą. Światło, rozchodzące się promieniami, rodzi też ciepło, to jest, zużywając się w ciałach ważkich ogrzewa je w miarę tego zużycia. Tu drgania eteru postępujące falami dalej niweczą się, a w skutek tego zamiast nich powstają stojące drgania i inne drobne ruchy cząstek materyi ważkiej, przyczem żywa siła ruchu ani się nie powiększa, ani nie pomniejsza. Tak samo, gdy przez tarcie rozwija się ciepło, albo wskutek zużycia ciepła powstaje mechaniczna praca, właściwie tylko ruch całych mas przemienia się w ruchy najdrobniejszych ich cząstek i odwrotnie, bez wszelkiej zmiany żywej siły ruchu. Przy tych metamorfozach mamy widocznie z przemianą ruchów, a że te jako działacze w przyrodzie czyli jako siły natury występują, z przemienieniem sił do czynienia. Takowa metamorfoza jednej siły w drugą następuje tylko pod pewnymi warunkami. Według dzisiejszego stanowiska

naszej wiedzy potrzeba do tego koniecznie przenoszenia pewnej ilości ruchu z jednego ciała na drugie. Siła w czynności zawieszona czyli zrównoważona nie może jako taka przemieniać się w jakąś inną siłę. Światło zatrzymuje niezmiennie przyrodę swoją, dopóki sam tylko eter jest pośrednikiem ruchu falowego, rozchodzącego się promieniami w niezgłębionej przestrzeni eterycznego oceanu. Skoro zaś te fale przejdą w inne jakie ciało ważkie, zaraz światło przemienia się w ciepło albo chemizm, w życie, albo w niektórych okolicznościach w tak zwane siły polarne. Liczne mamy na to dowody. Wszak pod wpływem promieni słonecznych wszystkie ciała, zwłaszcza ciemne, ogrzewają się, a niektóre z nich ulegają zmianom chemicznym (blechowanie, pełznienie i fotografia), drzewa rosną, owoce dojrzewają, a zwierzęta zdrowo i czerstwo się utrzymują, stalowe zaś igły stają się magnetycznemi. Aby mechaniczna praca mogła się przeobrazić w ciepło, musi ruch molekularny żywością swoją przewyższać ruch masy jako całości, co wtedy tylko być może, jeśli najprzód sterczące cząsteczki ciała w odpowiedni ruch przechodzą. Dla tego ciała rozgrzewają się tylko w ruchu, połączonym z większem tarciem. Jeśli ruch najdrobniejszych cząstek ciał trących się o siebie nie może być z równą łatwością dalej przenoszony, to jest, jeśli takie dwa ciała nie są równie dobrymi przewodnikami, wówczas następuje przemiana mechanicznej pracy po części w ciepło, po części w elektryczność. Tarcie, istniejące pomiędzy równymi przewodnikami, sprawia tylko ciepło. Jeżeli zaś odwrotnie ciepło ma się przeobrazić w mechanicz-

ną pracę, musi ono z ciała bardziej ogrzanego przechodzić do ciała mniej ogrzanego i w tem ostatniem doznawać stosownego oporu przewodzenia. Gdyby ciepło, za pomocą pary przewodzone z kotła do naczynia tłokowego, uchodziło z taką samą prędkością przez ściany jego i ściany rur, tę parę prowadzących, taka przemiana nie odbywałaby się wcale. W pręcie metalowym, złożonym z dwóch kawałków różnego przewodnictwa, nierówne ogrzanie miejsca ich spojenia wywołuje prąd elektryczny. Dzieje się to też w pręcie z jednego metalu, jeśli on w jednem lub więcej miejscach niejednakowo przewodzi ciepło. Do rozwinięcia więc elektryczności w stosach termoelektrycznych dwa powody być mogą: nierówne przewodnictwo różnorodnych metalów, lub nierówne przewodnictwo tego samego metalu w różnych jego miejscach.

Metamorfozę sił w najobszerniejszym zakresie okazać można na zamkniętym stosie woltaicznym. Gdyby przebieg wynalezienia tego przyrządu nie był nam znany, moglibyśmy mniemać, że go właśnie dla zbadania praw i warunków przemienienia sił wymyślono. Gra sił w takim stosie, złożonym z dwóch różnorodnych metalów i z jednego lub dwoch rozkładowi chemicznemu ulegających ciekłych przewodników, rozpoczyna się (według zdania prawie powszechnie dziś przyjętego) od działań chemicznych, mianowicie od rozkładu wody, tlenienia cynku i tworzenia z niego tak zwanego witryolu cynkowego czyli siarkanu cynku. Najbliższym skutkiem tego działania jest zużywanie się chemicznego przyciągania i równoczesne powstawanie elektryczności i ciepła, a w pewnych oko-

licznościach także światła, mechanicznej pracy, magnetyzmu i t. p. skutków przeobrażania się pierwotnej siły. Elektryczne działania stosu są przeważnie rozkładowemi, a pierwotna czynność chemizmu jest łączącej natury; tam chemiczne przyciąganie powstaje, tu zaś zużywa się. Ta przemiana, równie jak wszystkie inne, następuje według stałych równoważnikowych stosunków i jest niejako ogniwem łańcucha zjawisk, z których każde stać się może przyczyną powstania reszty wszystkich. W stosie woltaicznym kolej tych zjawisk rozpoczyna chemizm, w machinie elektrycznej mechaniczna praca, w magneto-elektrycznej machinie magnetyzm, a w stosie termoelektrycznym ciepło i t. d. Elektrobodźcem może się stać przeto każdy działacz natury, będący ogniwem szeregu sił, które wywołując się na przemian, metamorfozują się nawzajem w rzeczony sposób. Pomyślmy sobie, że z trzech stosów równej mocy jeden jest zamknięty samym tylko drutem, drugi łącznikiem, zawierającym w sobie jakiś przyrząd elektromagnetyczny, n. p. zębate kółko Barlowa, trzeci zaś woltametrem, czyli po prostu naczyńkiem z wodą, do elektrolizy przeznaczoną. Zmieniając długość łącznika w pierwszym stosie, a chyżość obrotu rzeczonego kółka za pomocą magnesu w drugim, nie trudno sprawić, że moc strumienia elektrycznego w tych trzech stosach będzie równa. Wówczas w łączniku pierwszego stosu, gdzie elektryczność nie załatwia ani chemicznych działań, ani mechanicznej pracy, tworzy się największa ilość ciepła, w drugim, gdzie prąd elektryczny pewną pracę chemiczną załatwia, ilość ciepła, występującego na jaw,

jest o tyle mniejsza, ileby się go otrzymało, gdyby obydwa w elektrolizie wody powstałe gazy, tlen i wodor, połączyły się z sobą napowrót i dały wodę; w łączniku nareszcie trzeciego stosu względny ubytek ciepła czyni właśnie tyle, ile siły poruszającej według mechanicznego równoważnika ciepła [1]) idzie na utrzymanie rzeczonego kółka w ruchu. Tam więc odbywa się wprost przemiana elektryczności w ciepło, tu zaś pośrednio w chemizm i mechaniczną pracę, a wszędzie panuje prawo odpowiednich równoważników. Być wszakże może, że strumień w galwanicznym stosie powstaje kosztem ciepła, mającego się tworzyć wśród tlenienia cynku, gdyż moc jego w równych zresztą okolicznościach jest proporcyonalna do wagi utlenionego metalu tego, a w miejscu, gdzie ta czynność chemiczna odbywa się, nie widać ciepła, które się zwyczajnie pojawia przy tlenieniu. Te uwagi stawią badacza natury na stanowisku, z którego on na zjawiska elektryczne inaczej niż dotąd zapatrywać się musi. Dziś atmosferycznej elektryczności tyle tylko przyrody ognistej przypisywać można, ile jej przyznajemy młotowi, który uderzeniami swemi kawał żelaza do czerwoności rozżarza, chociaż ona najczęściej tylko w towarzystwie ognia zmysłom naszym się objawia. Piorun tylko dla tego spada z niebios na ziemię jako ognista strzała Jowisza, że wielka część mechanicznej jego pracy dla oporu powietrza przeobraża się w ciepło. On zapala też same tylko przedmioty, które go w tym prędkim biegu zatrzymać usiłują, nie

---

[1]) Obacz tom II Biblioteki Ossolińskich strona 291 i n.

uszkadzając zwykle innych, co tego nie czynią. I właśnie na tem polega skuteczność gromników.

Zamiana elektryczności w ciepło i mechaniczną pracę nie zgadza się wcale z przypuszczeniem jakichś płynów elektrycznych, które na mocy prawa stateczności materyi nie mogłyby żadnym sposobem tu znikać, a tam powstawać i w mechaniczną pracę się przemieniać. A że magnetyczne zjawiska najprawdopodobniej na molekularnych strumieniach elektrycznych polegają, więc z upadkiem osobnej materyi elektrycznej upada też przypuszczenie płynów magnetycznych, których słusznie pozbyła się nowsza fizyka. Także siły chemiczne stosują się pod względem przemiany do prawa równoważników. Dowiedzioną jest bowiem rzeczą, że przy każdem chemicznem połączeniu się dwoch ciał w jedno na wskróś jednorodne rozwija się ciepło i to w jednakowej ilości, czy sprawa łączenia się ich przychodzi do skutku prędko czy powoli, naraz lub w pewnych przerwach czasu. Można przeto ilość ciepła, w skutek działania chemicznego utworzoną, wziąć za miarę chemizmu, który się w takim razie czynnym okazuje, i na tej podstawie mówić o pracy, załatwianej przez siły chemiczne, które się w nią właściwie dopiero za pośrednictwem ciepła i elektryczności przemieniają, jak to widzimy w machinach parowych i kalorycznych, tudzież w motorach elektromagnetycznych, gdzie ta metamorfoza odbywa się na wielkie rozmiary, zawsze jednak ściśle według prawa stosunków równoważnikowych.

Tych zasadniczych i najwyższych praw natury, o których tu mówiliśmy, nie trzeba jednak uważać za

wyłącznie ubezpieczoną własność nauk przyrodnich pod względem tylko światła i ciepła, elektryczności i magnetyzmu, tudzież sił mechanicznych i chemicznych. Muszą one być powszechnemi prawami wszechświata, gdyż napotykamy je także w całym przebiegu życia istot organicznych na ziemi, która te istoty na świat wydała, nosi i napowrót w swoje łono przyjmuje. Kierując się w rozumowaniu dobremi analogiami, nie znachodzimy żadnej podstawy do przypuszczania jakichś wyjątków od tych praw dla istot organicznych, bo te nie stanowią czegoś odrębnego od reszty świata, a życie ich, podobnie jak ciepło, światło i t. p. jest zjawiskiem (lubo nierównie więcej złożonem) na powierzchni niektórych ogromnych brył świata, ciałami niebieskiemi nazwanych.

Życie zwierząt i roślin zawisło dziwnym sposobem od tych samych warunków zewnętrznych, od których zależą w ogóle chemiczne rozkłady (gnicie i butwienie) ciał organicznych, mianowicie od obecności wody i powietrza, ciepła i światła z tem ostatniem spokrewnionego. Woda i powietrze wywierają wpływ materyalny po największej części w skutek swoich działań chemicznych; wpływ zaś ciepła jest czysto dynamicznym. Nieodzowną potrzebę tego działacza w każdym okresie życia roślin i zwierząt można uważać za niechybny pewnik, który stwierdzają rozliczne fakta, okazujące, iż między czynnościami całego życia istoty organicznej a ciepłem, udzielanem jej z okolenia w tym okresie czasu, zachodzi ścisły związek. Każda roślina jednoroczna od chwili kiełkowania aż do odkwitnienia i dojrzałości nasienia

pobiera zdaniem Boussingaulta pewną ilość ciepła i światła, czy ona rośnie w strefie gorącej, czy w strefie umiarkowanej, a wzrost jej stoi w prostym stosunku do ilości tych, w pewnym czasie otrzymanych działaczów. Każda wymaga do kwitnienia odpowiedniej temperatury, która nie przechodzi pewnej granicy, a do wydania dojrzałych owoców pewnej średniej temperatury lata. Przez obfitszy lub oszczędniejszy dowóz ciepła, zawsze jednak tylko w pewnych granicach, można czas kiełkowania nasion do woli przyspieszać lub opoźniać. To samo postrzeżenie zrobiono na wykształcających się poczwarkach w jajecznikach owadów. Pewne czynności żywotne wymagają daleko więcej ciepła, niż inne, jak n. p. przebieg rozwoju pewnych organów względnie do prostego rośnienia czyli powiększenia masy ciała. Tryto ny na odrośnięcie utraconych członków daleko więcej ciepła spotrzebowują, niż na wzrost swego ciała. Zwierzęta, mające zimną krew, znoszą daleko nieprzyjaźniejsze wpływy zewnętrzne, niż zwierzęta ciepło-krwiste, a to przez dłuższy czas w niższych, aniżeli w wyższych temperaturach, rozumie się, w odpowiednich granicach. Żaby, zamknięte w pewnej masie wody, oddzielonej od atmosfery, nie mogąc oddychać powietrzem, giną według prób Edwardsa w temperaturze bliskiej punktu marznięcia wody (0° C), dopiero po upływie 367 do 498 minut, w temperaturze 10° C po 350 do 375, przy 22.°2 C po 35 do 90, a przy 32.°2 C już po 12 do 32 minutach. Zwierzęta, mające krew ciepłą, są wprawdzie od dowozu zewnętrznego ciepła mniej zawisłemi, lecz

i one stoją w ciągu całego życia swego pod panowaniem tego działacza natury. Ptaki i zwierzęta ssące zdaniem Chossala mogą żyć tylko w temperaturze, która najwięcej o 17°C jest niższą od temperatury ich ciała, jeżeli się to już wszelkiego tłuszczu swego i innych palnych części pozbyło. Nieraz zwierzę wychudłe i bliskie śmierci przychodzi znowu do siebie, skoro się temperaturę jego ciała odpowiednio podniesie. Z tego wszystkiego wnosić wypada, że ciepło dla roślin i zwierząt jest czemś więcej niż prostym tylko środkiem budzenia sił uspionych, że się raczej przeobraża w czynność, której bezpośredniem następstwem jest sprawa życia.

Funkcye żywotne roślin i zwierząt niższej organizacyi ograniczają się prawie tylko na machinalnem i nieświadomem budowaniu ich organizmu i odnawianiu jego części, zużywających się ciągle w skutek rozmaitych ruchów. U zwierząt zaś doskonalszej organizacyi ma życie jeszcze inne wyższe znaczenie z powodu systemu nerwowego, będącego niejako najwyższą władzą w świecie organicznym, gdyż wszelkie działania zwierzęcia, zwrócone na zewnątrz, pochodzą od nerwów i wszelkie wpływy zewnętrzne, którym ono podlega, przychodzą do nich, a wszystkie przemiany, od których wzrost, żywienie i odradzanie zawisły, przez nie utrzymują i pod ich zarządem załatwiają się. Czynność nerwów zasadza się na sprowadzaniu takich zmian w mózgu, mięśniach i gruczołach, które pociągają za sobą czucie, ruch i sekrecyą czyli wydzielanie. Do każdej z tych trzech oddzielnych czynności służy osobny system nerwowy,

a czynności każdego zmysłu załatwiają nawet osobne nerwy czucia. Nerw, mający pełnić czynność swoją, musi być pierwej podrażniony. Takie drażnienie sprawiają siły chemiczne i mechaniczne, tudzież światło, ciepło i elektryczność, zatem te same działacze natury, które, jakeśmy widzieli, w ścisłym związku ze sobą zostają i nawzajem się metamorfozują. Już ta okoliczność przemawia za zdaniem, że i czynności nerwów należą do klasy działaczów nawzajem się metamorfozujących. Każdy nerw utraca pierwotną czułość swoją w części albo całkiem na pewien przeciąg czasu lub na zawsze, jeśli się go osłabi przez drażnienie zanadto mocne, albo za nadto prędko po sobie następujące. Dzieje się to dla tego, że czynność obudzona w nerwie przez zewnętrzne drażnienia przenosi się na mózg, gruczoł lub muszkuł, przez co siły nerwowe wycieńczają się, zatem słabnąć muszą, póki w skutek normalnego toku życia nie nastąpi znowu reprodukcya tego, co się zużyło. Każdy z wymienionych środków drażnienia nerwu, jeśli go w ogóle do czynności pobudzić jest w stanie, sprawia w nim zawsze tylko ten osobliwy skutek, do poczucia którego jest on usposobiony. Tak n. p. nerw widzenia, czy nań odpowiednie ciśnienie, czy elektryczność, czy faleczki światła skutecznie działają, odpowiada tylko poczuciem światła, a nerw ruchu kurczeniem się, czy drażnienie od stosownego pociśnienia, czy od działania chemicznego, czy nareszcie od ciepła lub elektryczności pochodzi. Z tego wnosić wypada, że każde takie drażnienie nerwu przeobraża się w ruch, naturze jego odpowiedni, to

jest przemienia się w siłę tego samego rodzaju. Wniosek takowy popiera jeszcze ta okoliczność, że ten sam przedmiot, drażniący nerwy wszystkich pięciu zmysłów naszych, sprawia w każdym z nich inne wrażenie, zgodne z jego naturą n. p. elektryczność, rażąca nerwy ruchu, pobudza odpowiednie ściągacze mięsców do czynności, sprawia w oku rodzaj łuny lub błyskania, w uchu dudnienie, w nosie kłucie, jak po zażyciu tabaki, na języku zaś właściwy smak kwaskowaty lub ługowy.

Czynności nerwów mogą odwrotnie wszystkie rzeczone działania natury, jak ciepło, światło, elektryczność i t. d. kolejno wywoływać i czynią to istotnie w ciągu życia zwierząt. Jak faleczki eteru w oku zwierząt czucie światła sprawiają, tak znowu nerwowa czynność niektórych zwierząt przemienia się w światło, które wydają z siebie pewne zwierzątka, n. p. chrząszcz surynamski, muszki świętojańskie i t. p. Elektryczność pobudza nerwy do pewnych fizyologicznych czynności, które odbywają się tak dobrze w nerwach ruchu i czucia, jako też w nerwach wydzielania, a odwrotnie podwyższona czynność życia nerwowego wywołuje znowu objawy elektryczności. Są ludzie i zwierzęta, którym w gniewie włosy się jeżą w skutek raptownie powstałego napięcia elektrycznego dla podniesionej chwilowo zmiany w nerwach kosztem innych czynności w organizmie. A tak zwane ryby elektryczne, jak drętwik, trzęsawiec, wyrabiają w sobie silne napięcie elektryczne i pozbywają się go podobnie jak butelka lejdejska, gdyż zawierają w organizmie swoim przyrząd do stosu Wol-

ty podobny, który za pomocą wielkich sznurów nerwowych stoi w połączeniu ze środkami nerwów, licznie rozgałęzionych w różnych częściach jego. Zniosłszy to połączenie lub ograniczywszy je, staje się ryba całkiem lub w części niezdolną do naładowywania się elektrycznością i pozbywania się onej. Przy tej ostatniej czynności okazują się wszystkie te zjawiska, które w ogóle prąd galwaniczny wywołuje, jako to: ciepło, iskry elektryczne, działanie na igłę magnetyczną, rozkłady chemiczne i t. d. Tu więc siły nerwowe są tak samo pierwszem ogniwem łańcucha przemian, jak w stosie Wolty sprawa chemiczna, w machinie elektrycznej zużycie pracy, a w stosie Meloniego ciepło. Z tego zaś wszystkiego widać, że siły nerwowe należą też do rzędu tych działań w naturze, które się według okoliczności nawzajem wywołują i podług pewnych praw ciągle metamorfozują, nie różniąc się wcale od nich w tym względzie. Nerw wrażliwy w żyjącym organizmie posiada przedewszystkiem własność utrzymywania się w nienadwerężonym stanie swoim, odnawiając w skutek życia ciągle ze krwi zużyte części swoje tak, jak każde inne tworzywo organiczne, dopóki żyje. Czynność odżywiania się i reprodukcyi nerwów nawet w czasie ich spoczynku, czyli w chwilach, przemijających bez wrażeń, jest przeważnie natury utleniającej lub równoważnej temu chemicznemu procesowi, łączy się więc koniecznie z pewnem spotrzebowaniem siły chemicznej, w skutek czego ciepło powstaje. Nie ma też żadnej niedorzeczności w przypuszczeniu, że tworzenie się ciepła wzdłuż nerwu jest w każdem miejscu

jednakowe, na różnych zaś miejscach poprzecznego przecięcia jego rozmaite, w skutek czego właśnie powstawać mogą prądy termoelektryczne, krążące na płaszczyznach, prostopadłych do osi długości jego. Takie prądy uważał w istocie Bois-Reymond nawet w nerwie spoczywającym i zbadał ich prawa za pomocą osobnych przyrządów, które sam do robienia tych delikatnych doświadczeń powymyślał. Z nich wiemy, że nerw wrażliwy zachowuje się podobnie jak stos zamknięty, którego dodatny biegun zwrócony jest do osi jego długości, a ujemny do poprzecznego przecięcia; przez co elektryczny strumień w nerwach ma wielkie podobieństwo do mniemanych prądów molekularnych w magnesach, będących zdaniem Ampèra solenoidami czyli systemami kolistych, w tym samym kierunku pojedyncze molekuły okrążających strumieni elektrycznych, uszykowanych równoodlegle od siebie w nieskończenie małych odstępach prostopadle do osi długości magnesu. Tem różni się nerw od innych części w żyjącym organizmie zwierzęcym. Skoro on w skutek wrażenia zostanie podrażniony, musi w nim większe zużycie pewnych części składowych nastąpić, a przez to zajść zmiana w rozwinięciu ciepła, zawisłem od stosunku między ilością wcielonej i zużytej masy, a tem samem także w natężeniu prądu elektrycznego, będącego bezpośrednim skutkiem tej zmiany. Dopiero po wypocznieniu może znowu powrócić stan jego początkowy. Bois-Reymond przekonał się istotnie, że każde podrażnienie nerwu pociąga za sobą zmniejszenie w nim mocy prądu elektrycznego, która okazuje się dopóty

mniejszą, póki trwa podwyższona czynność nerwowa, powraca zaś do pierwotnego stopnia, skoro ona całkiem ustanie. Chemiczna więc przemiana składowych części nerwu zdaje się być pierwszem źródłem siły nerwowej, a elektryczność ostatnią formą jej działania. Przeobrażenie się tamtej w tę jest dla tego rzeczą wielkiej wagi, że elektryczność do prędkiego przesyłania siły przez dobre przewodniki jest najprzydatniejszą z pomiędzy wszystkich działaczów natury, jak to widzimy w zamkniętym stosie woltaicznym, gdzie chemiczne działania w pojedynczych kubkach, stanowiących jego ogniwa, tylko za pomocą elektryczności na dalekie miejsca łącznika przenoszą się. Jakim zaś sposobem w nerwach tego lub owego zmysłu z czynności pierwotnie chemicznej w skutek przemienienia jej w elektryczność powstaje najprzód odpowiednie mu czucie, a z tego w dalszym toku metamorfoz fizyologiczno-psychicznych znowu myśl, jak dalej myśl budzi wolę, ta zaś działa na mózg, aby wydał rozkaz do kurczenia się pewnych mięśni w celu załatwiania jakiejś pracy, tego dziś nie wiemy, raz dla wielkich trudności, których sam przedmiot badającemu nastręcza, a potem dla tej okoliczności, że nie umiano jeszcze metody, używanej w fizykalnych poszukiwaniach, przenieść na pole badań fizyologicznych i psychologicznych. Nie podlega jednak żadnej wątpliwości, że wszystkie te cudne machiny, które żyjącemi zwierzętami nazywamy, czerpią swe siły do pracy z działań chemicznych, głównie za pośrednictwem ciepła i elektryczności. Obliczenia wszakże ich skutków mechanicznych w kilo-

gramach metrowych nie ma jeszcze bezpiecznej podstawy, chociaż pewną jest rzeczą, iż one pod względem ekonomicznego użycia siły roboczej są najdoskonalszemi ze wszystkich, na które dowcip ludzki dotychczas się zdobył. Siły chemiczne nie tylko w ekonomii świata, ale także w gospodarstwie człowieka są najpotężniejszemi dźwigniami. Za ich współdziałaniem rozwija się ciało zwierzęcia, którego siły w granicach naturalnego rozwoju rosną i nikną w miarę ich wielkości. Nawet potęga państw zawisła po wielkiej części od ilości i wielkości sił chemicznych, któremi rozporządzają, a materyalna przewaga w wojnach zależy od zasobów sił chemicznych, nagromadzonych w prochu strzelniczym i w żywności dla ludzi i koni, tudzież od łatwości przemieniania tych sił ze skutkiem w mechaniczną pracę sprzątania zastępów nieprzyjacielskich.

Metamorfoza sił w naturze, będąca pod pewnym względem duszą całej rozmaitości zjawisk w tak zwanym świecie zmysłowym i prawa tych ustawicznie odbywających się przemian są w życiu praktycznem całkiem obcemi pojęciami. Człowiek korzysta z niej w najrozmaitszy sposób, nie troszcząc się wcale o to, co jest początkiem sił zużytkowanych lub mających przyjść w używanie. Pijący gorzałkę nie myśli o tem, że ten płyn alkoholiczny dozna w ciele jego takich samych zmian, jak po zapaleniu go na czarce dla utworzenia pewnej ilości ciepła, potrzebnej do ogrzania czegoś. Człowieka z gminu nie obchodzi to wcale, że światło, które wysyła zapalona świeca lub lampa, pochodzi od tej samej chemicznej siły,

która jest także czynną pomiędzy atomami tlenu atmosferycznego a takiemi samemi drobinami węgla i wodoru w tłuszczu zwierzęcym, lub że siła poruszająca parowozy na kolei żelaznej płynie ostatecznie z tego samego źródła, z którego bierze się siła pociągowa konia i wołu. Tem źródłem jest słońce. Nie dziw więc, że mu cześć boską oddawano w starożytności! Prawie wszędzie, gdzie ciężka praca, niegdyś na barki człowieka składana, dziś naturze samej bywa przekazywaną, stało się to za pomocą przemiany sił tejże natury. Przez umiejętne poznanie jej praw i stosowne użycie tychże zapanował człowiek świetnie nad niemi. Co zaś tu w małych rozmiarach widzimy, to samo dzieje się w gospodarstwie natury na wielką, niezmierzoną skalę.

Przez metamorfozę sił utrzymuje się tak wielka rozmaitość zjawisk w naturze. Ta sama bowiem siła w różnych okolicznościach rozmaicie czynną się okazuje. Elektryczność, jak wiadomo, przeobraża się w ciele stałem, mającem kształt drutu lub pręta, po części w ciepło, a po części nawet w światło; w ciekłym przewodniku, ulegającym elektrolizie, sprawia chemiczny rozkład, w żelazie i stali wywołuje magnetyzm, a w żyjącej mięśni kurczenie. Promień słoneczny działa chemicznie na płytę Daguerra lub papier fotograficzny, a ostateczny skutek padania jego na siatkówkę oka jest poczucie światła i widok tego wspaniałego ciała niebieskiego. Ciekawe doświadczenie, odnoszące się do przemiany elektryczności w ciepło, zrobili fizycy Childern, Davy i De la Rive. Prowadząc elektryczność woltaicznego stosu większych rozmia-

rów przez łącznik, złożony na przemian z równie grubych i długich kawałków srebrnego i platynowego drutu, widać naraz wszystkie kawałki platyny jednakowo rozżarzone, podczas gdy kawałki srebra, leżące pomiędzy tamtymi, prawie żadnego podniesienia temperatury nie okazują. Dzieje się to bez względu na to, czy stos zostanie przy anodzie czy przy katodzie zamknięty. W kawałkach więc drutu platynowego jest więcej ciepła, niż w kawałkach drutu srebrnego, bo gdyby się w nich równe ilości ciepła znajdowały, wówczas temperatura pierwszych miałaby się tak do temperatury drugich, jak $\frac{1}{21{\cdot}7 \times 0{\cdot}0324} : \frac{1}{10{\cdot}5 \times 0{\cdot}0570}$, czyli jak 100 : 117, gdyż ciężar gatunkowy tych metalów wyraża się liczbami 21·7 i 10·5, a ciepło ich gatunkowe odpowiednio przez 0·0324 i 0·0570. Atoli temperatura kawałków platynowych różni się tu od temperatury kawałków srebrnych nie o 17%, lecz o tysiąc przeszło stopni, i to równie w kawałkach bliższych stosu, jak i w kawałkach bardziej od niego oddalonych. To zaś tylko w tym razie jest możliwem, jeśli część elektryczności w przechodzie z kawałków srebra do kawałków platyny przemienia się w ciepło, a zupełnie taka sama znowu część ciepła, idąc z platyny do srebra, staje się elektrycznością. Bo gdyby ciepło, z elektryczności w platynie powstałe, nie zamieniało się zaraz w następującym kawałku srebra znowu całkiem w elektryczność, natenczas aniby wszystkie kawałki drutu platynowego naraz jednakowo żarzyć się nie mogły, ani temperatura kawałków srebra, leżących pomiędzy tamtymi, nie utrzymywałaby się na jednakowym sto-

pniu, lecz przeciwnie temperatura kawałków, przez które elektryczność pierwej przechodzi, musiałaby być inna, niż tych, do których przybywa nieco później. Takie częściowe przemienienie elektryczności w ciepło następuje zaś nie tylko w ciałach stałych. Druty elektrycznością rozpalone ogrzewają także wodę, do której są wpuszczone, rozkładając ją przytem na jej części składowe, tlen i wodor. Z rzeczoną przemianą elektryczności w ciepło w kawałkach platyny nie jest wszakże połączone słabnięcie natężenia prądu elektrycznego, który na mocy praw Ohma w równej sile utrzymuje się w całym łączniku. Znaczenie tej metamorfozy jest zupełnie inne. Po zamknięciu stosu za pomocą druta krąży w nim tak zwany prąd elektryczny. Lecz elektryczność nie występuje tu tylko w postaci prądu, lecz przeciwnie, jak to doświadczenia Kohlrauscha wsparte rachunkami Kirchhoffa uczą, część onej także napięciem objawia się, w skutek czego właśnie ciągły rozkład tak zwanej naturalnej elektryczności ($\pm$E) w łączniku następuje i ruch dodatniej w jednym, a ujemnej w przeciwnym kierunku utrzymuje się. Te dwie odmienne formy objawu elektryczności, prąd elektryczny i napięcie elektryczne, zachowują się w łączniku niejednakowo. Pierwszy idzie wewnątrz niego dalej podobnie jak woda w rurce, drugie zaś jest na samą tylko powierzchnię jego ograniczone. W prądzie elektrycznym, że się tak wyrażę, przez każde poprzeczne przecięcie stosu zamkniętego płynie w tym samym czasie zawsze równa ilość elektryczności; napięcie zaś elektryczne nie jest wzdłuż łącznika na obwodzie każdego jego przecięcia

równe, lecz okazuje się większem w pobliskości biegunów stosu, a co raz mniejszem w rosnącem oddaleniu od nich, i to w taki sposób, iż w każdych dwoch miejscach jednorodnego łącznika, oddalonych od siebie o jednostkę długości, ta sama zawsze różnica elektrycznego napięcia panuje, czy one są bliższe anody, czy katody, czy też nareszcie od końców stosu równe mają oddalenie. Różnica ta w elektrycznem napięciu dwoch miejsc łącznika jest poniekąd siłą poruszającą obie przeciwne elektryczności w strumieniu; zatem w łączniku na wskróś jednorodnym musi ona na całej długości jego wszędzie być jednakową, jak to już z prawa Ohma wynika. Ponieważ zaś ta siła w równych zresztą okolicznościach od oporu przewodzenia zawisła i w stosunku do tego oporu rośnie, więc w każdej części łącznika, złożonego z kawałków różnego oporu przewodzenia, musi panować inna siła, poruszająca elektryczność prądową, mianowicie większa w drucie większego, mniejsza w drucie mniejszego oporu. Tak n. p. w każdych dwoch miejscach łącznika, złożonego z kawałków srebrnego i platynowego druta, oddalonych od siebie o jednostkę długości, jest ta siła poruszająca w srebrze = 8·4, jeśli wielkość jej w platynie liczbą = 100 wyrazimy; albowiem opory przewodzenia w srebrze i platynie mają się do siebie w równych zresztą okolicznościach jak 8·4 : 100. A że pomimo tak wielkiej przewagi sił poruszających elektryczność prądową w platynie, w porównaniu z siłami poruszającemi ją w srebrze, moc prądu w całym łączniku, a więc w obu tych metalach jest jednakowa, zatem część siły w drucie platyno-

wym, jeśli w ogólności utrata jej nastąpić nie może, bo to się sprzeciwia prawu zachowania siły, koniecznie inną czynność w odpowiednim prostym stosunku przyjąć musi; co też istotnie czyni, zamieniając się tamże w ciepło, które podnosi nieraz temperaturę tego metalu aż do rażącej białości, a nawet go w części ulatnia. W przechodzie więc elektryczności z lepszego przewodnika do gorszego przemienia się w ciepło część elektrycznego napięcia, jako siły poruszającej, nie zaś część prądu jako ilości ruchu, i odwrotnie ciepło tak samo znowu nie w drugą, lecz w pierwszą formę elektryczności przeobraża się, w skutek czego prąd elektryczny ani w drutach platynowych dla rozwinięcia w nich stosunkowo większego ciepła nie słabnie, ani w srebrnych dla niższej temperatury tych drutów nie wzmacnia się, lecz stosownie do prawa Ohma w każdem miejscu łącznika w tej samej chwili jednakowe natężenie posiada.

Na drodze przemienienia sił otrzymuje natura napowrót, co niegdyś była wydała. Próchno brzozowe wypłaca się naturze słabym blaskiem swoim za światło słoneczne, pod którego wpływem brzoza wyrosła; siła, którą koń z owsem wprowadza w siebie jest zwroceniem mechanicznej siły, zużytej przez bydło pociągowe przy uprawie pola pod ten owies. Z metamorfozy sił tłumaczą się też wielkie skutki, które nieraz z przyczyn nieznacznych powstają. Z małej iskierki wielki pożar wszcząć się może i w składzie prochu obudzić czynność, roznoszącą ogromne spustoszenie, a słabe potarcie rtęci piorunującej lub jakiego innego ciała podobnych własności sprowadza

też gwałtowny wybuch, gdyż w tych ciałach są nagromadzone wielkie ilości naspichrzonej pracy, która w takim razie przemienia się naraz znowu w żywą siłę ruchu, z jakiej niegdyś na skład była poszła. Światło zaś nie nastręczające już oku żadnego wrażenia działa jeszcze na fotograficzną płytę. Twierdzenia jednak, iż wszystko w naturze toczy się wiecznie jednem wielkiem kołem, nie trzeba rozumieć w ten sposób, jakoby cały świat zjawisk wraz z okolicznościami, w których one po sobie regularnie następują, był ciągłym powrotem wszech rzeczy do tych samych stanów. Jest on raczej ogromnym składem najrozmaitszych kłębków przemiany sił, w którym zawsze ta sama ich suma znachodzi się, chociaż pojedyncze części onej są ciągle inne. Siła słonecznych promieni zeszłego lata istnieje dziś tylko jeszcze w chemizmie węgla roślin i zwierząt, a ciał proteinowych w zwierzętach obecnie żyjących trzeba było pierwej szukać w amoniaku powietrza i w azocie innych składów chemicznych. Siła nie jednej mięśni obecnie czynnej była może niedawno jeszcze elektrycznością lub ciepłem, a to, co teraz utrzymuje nasze ciało w przyjemnej nam temperaturze, powróci może znowu niebawem do ziemi z chmur w postaci strasznego piorunu. Na wiosnę, po mroźnej zimie roślinność znowu uśmiechać się zaczyna, cała natura dokoła nas zdaje się być odmłodniałą i żyć nowem życiem, a jednak w całości jest ona ta sama, jaką przedtem była, podobnie jak każdy z nas jest ciągle tą samą osobą, chociaż codzień inny materyał jako odnowa wchodzi do naszego ciała i bez wątpienia

nie ma dziś w niem ani jednej z tych cząstek, które niegdyś młodzieńczy jego zapał podniecały.

Przypuściwszy, że prawa, według których działają siły, zbadane ludzkim rozumem na ziemskiem stanowisku, są istotnie powszechnemi prawami wszechświata, a przypuszczenie takie stwierdza wszystko, co dotychczas poznano, widać jasno, że wydatki na utrzymanie wielkiego gospodarstwa natury, znachodzą pokrycie swoje w dochodach z chemizmu materyałów palnych i pokarmowych, tudzież z powszechnego ciążenia i z naturalnego ciepła. Wszystkie te siły stanowią jedną nierozerwaną całość i są tylko różnemi formami działania tej samej jednej wszechmocności. Czego filozofia natury długi czas szukała i znaleść nie mogła, z tego dziś nauki fizyczne ściągnęły zasłonę po odkryciu prawa przemiany sił według stosunków równoważnikowych. Prawo to pozwala nam wglądnąć głębiej do wnętrza budowy świata.

Pisałem w marcu 1867 roku.
