P. Duhem.

EWOLUCYA MECHANIKI. [1]

I. LOSY WYJAŚNIEŃ MECHANIKI.

W wieku XIX Mechanika rozumowa zdawała się być opartą na podstawach tak niewzruszonych, jak podstawy, na których Euklides utwierdził Geometryę. Pewna swych zasad, zezwalała Mechanika na spokojne harmonijne rozwinięcia, z tych zasad płynące.

Nagły, nieustanny, burzliwy wzrost nauk fizycznych zakłócił ten spokój i zachwiał tę pewność; podrażniona nowemi zagadnieniami, zwątpiła Mechanika o podstawach, na których spoczywała i rozpoczęła pochód ku nowej ewolucyi.

Jakim pójdzie gościńcem? Przed wzrokiem jej otwierają się różne drogi; wejście na każdą jest szerokie i równe; lecz zaledwie przebieżemy po niej pewną przestrzeń, droga zacieśnia się, ślad gościńca staje się niepewny; widać już tylko wązką ścieżkę na poły ciernistą, przerzynaną rozpadlinami, otoczoną przepaściami. Któreż z pomiędzy tych ścieżek gubią się gdzieś w nieużytem ustroniu, które zatrzymują się tuż nad brzegiem przepaści? Któraż z nich wiedzie do pożądanego kresu, który wyprowadzi na drogę królewską? Mechanika waha się: pełna troski, przysłuchuje się tym, którzy ubiegają się o przewodnictwo nad nią; waży ich niezgodne mniemania i nie wie jeszcze komu z nich ma zaufać.

---

[1]) Przekład z „Revue générale des sciences“ 1903, dokonany za upoważnieniem autora.

Zaprawdę ten stan wątpienia jest dla każdego myślącego człowieka przedmiotem godnym rozwagi; albowiem od losu Mechaniki, od metody, według której rozwijać się będą jej teorye, zależy postać całej Filozofii naturalnej.

Wyliczając rozmaite drogi, które kolejno dopraszają się o względy Mechaniki, ważąc szanse każdej z nich do rozwiązania problematów, postawionych przez Fizykę, nie roszczę sobie pretensyi do bezstronności. Pomiędzy temi drogami jest jedna, na której pracuję sam od lat dwudziestu, poświęcając wszystkie moje usiłowania ku temu, aby ją przedłużyć, wyrównać, oczyścić, wyprostować i uczynić pewniejszą. Czy do nadaremnego trudu tych, którzy wytknęli pierwszy ślad tej drogi dorzuciłem bezpożyteczną robotę; czy też mam przypuszczać, że Mechanika kroczyć będzie w innym kierunku?

Zresztą bezstronność jest rzeczą sędziego, a zadaniem tej pracy nie jest bynajmniej stanowcze rozstrzygnięcie pomiędzy rozmaitemi dążeniami, którym ulega Mechanika. Po owocach sądzimy o drzewie. Otóż drzewo wiedzy rośnie z nadzwyczajną powolnością. Upływają wieki, zanim uda się zebrać owoc dojrzały i dziś zaledwie potrafimy wyrazić i ocenić sok doktryn, które kwitnęły w XVII stuleciu.

Kto sieje, nie może sądzić o tem, co warto ziarno. Ale musi mieć wiarę w płodność zasiewu, by bez osłabienia szedł po skibie, którą obrał, rozrzucając pomysły na wszystkie strony.

I. *Mechanika perypatetyczna.*

Na początku swojego „Traktatu o świetle“ Huygens określił „prawdziwą filozofię“, jako taką, w której poznajemy przyczynę wszystkich skutków natury przy pomocy zasad (raisons) Mechaniki. „To właśnie uczynić należy—dodawał—albo też wyrzec się na zawsze nadziei zrozumienia czegokolwiek w Fizyce.“

Większość fizyków zgodziłaby się, jak mniemam, na definicyę ich nauki, podaną przez Huygensa; ale nie tak łatwo doszliby oni do zgody, gdyby szło o wyjaśnienie tego, co rozumieją przez „zasady mechaniki“.

Podobnież chemicy wszystkich czasów i wszystkich szkół mniemali, że zadaniem analizy jest rozkład ciał złożonych na pierwiastki. Tymczasem taki pogląd nie miał tego samego znaczenia dla ucznia Arystotelesa jak i dla ucznia Lavoisiera; dla scholastyka, który wierzył, że wszystkie ciała są utworzone z ziemi, wody, powietrza i ognia; dla alchemika, który w nich szukał soli, siarki, rtęci i ziemi potępionej; dla nowoczesnego chemika, który w nich odkrywa i wskazuje niektóre z naszych ośmdziesięciu ciał prostych.

W biegu wieków i stosownie do zmiennych kolei szkół i systemów, znaczenie wyrazów: „wyjaśnienie mechaniczne zjawisk fizycznych" bezustannie zmieniało się, oscylując pomiędzy dwiema interpretacyami, krańcowo przeciwległemi, niejako granicznemi. Pierwsza z tych interpretacyj wypłynęła z potężnej analizy Arystotelesa; druga, długo przygotowywana przez atomistów Starożytności i Odrodzenia, otrzymała swą formę wykończoną w myśli Descartes'a. Nakreślimy tu najprzód zwięzły obraz Mechaniki perypatetycznej i Mechaniki kartezyańskiej.

Arystoteles przez analizę tego, o czem mówimy, pragnie przeniknąć to, co myślimy, bo język wyraża myśl; analiza myśli jest znów analizą rzeczywistości, albowiem rozum nasz pojmuje to, co jest; rozróżnienie kategoryj tkwi u podstawy systemu perypatetycznego.

Pierwszej kategoryi, która jest kategoryą substancyi (οὐσία), przeciwstawiają się liczne kategorye akcydensów. Jedne z pomiędzy akcydensów nie tkwią w przedmiocie, w którym je napotykamy; takim akcydensem jest miejsce (τόπος), które zależy od związku ciała z innemi ciałami otaczającemi; lecz są i takie akcydensy, które należą właściwie do samego przedmiotu; dzielą się one na dwie kategorye: ilości (πόσον) i jakości (ποῖον).

Ilość określa dokładnie cecha następująca: Każda ilość danego gatunku może być otrzymana przez przystawienie, przez równoczesne uważanie ilości tego samego gatunku a mniejszej wielkości, przyczem porządek, w jakim rozpatrujemy ilości składowe, nie wpływa na ilość wypadkową. Cechę tę Arystoteles wyraża, mówiąc, że ilością jest to, co ma swe czę-

ści jedne poza drugiemi, a dzisiejsza nauka wyraża mówiąc, że ilością jest to, co nadaje się do dodawania. Na tej zasadzie porównywanie różnych ilości jednego gatunku daje się zawsze sprowadzić, przy pomocy pewnego rodzaju transpozycyi, do porównywania różnych ilości innego gatunku, a w szczególności do porównywania różnych liczb. Na podstawie tej transpozycyi, stanowiącej mierzenie, nauka o liczbach, Arytmetyka, staje się teoryą ogólną ilości.

„Jakość, mówi Arystoteles, to jeden z wyrazów, który przyjmowany bywa w wielu znaczeniach.“ Jakością, formą natury geometrycznej jest to, co czyni z niej koło albo trójkąt; jakościami są własności zmysłami dostrzegalne ciał: ciepło i zimno, jasność i ciemność, czerwoność i białość; jakościami też, ale jakościami ukrytemi, są własności, nie podpadające bezpośrednio pod zmysły, a z których wypływają pewne skutki dostrzegalne: ciężkości lub lekkości, które zbliżają ciało do środka świata lub od niego oddalają; zdolność magnetyczna, przez którą żelazo zbliża się do magnesu.

Są jakości, do których nie można stosować pojęć: więcej lub mniej; koło nie jest więcej lub mniej kołowe, trójkąt nie jest więcej lub mniej trójkątny. Lecz większość jakości nadaje się do takiego bliższego stosowania do nich tych pojęć; jak tęgość cięciwy, którą łucznik rozciąga lub osłabia; są one zdolne do napięcia lub zwolnienia; ciało ciepłe może być więcej lub mniej ciepłe.

Pomiędzy wielkością ilości a natężeniem jakości istnieje głęboka i zasadnicza różnica, której dość wyraźnie zaznaczyć nie można. Każdą ilość wielkości określonej otrzymać można, dodając jednę do drugiej różne ilości tego samego gatunku a mniejszej wartości, które są jej częściami. Nic podobnego nie zachodzi w kategoryi jakości; jakości o małem natężeniu nie są częściami, fragmentami ilości o natężeniu większem. Umieśćcie obok siebie, jak chcecie, ciała, których natężenie cieplne jest równe natężeniu cieplnemu wody wrzącej, a nie otrzymacie nigdy ciała o natężeniu cieplnem żelaza, rozgrzanego do czerwoności. Nagromadźcie, ile chcecie, kulek śniegu, mawiał Diderot, nigdy nie nagrzejecie niemi pieca. Każdy stopień natężenia ilości stanowi, że tak powiemy, gatunek osobny. Stopień ciepła wody wrzącej nie daje się

przywieść do żadnego innego stopnia ciepła; nie jest zawarty, jako część w całości, w żadnym innym stopniu ciepła bardziej natężonego, nie może się drobić na stopnie ciepła mniej natężone. Pojęcie dodawania nie stosuje się do kategoryi jakości.

Pomiędzy akcydensami, które mieć może substancya, są takie, które istnieją w niej rzeczywiście w chwili, gdy ją rozważamy; są one w niej in actu, w stanie aktualnym; w rzeczy samej, przez wyraz actus scholastycy przełożyli wyraz ἐντελέχεια, używany przez Arystotelesa Inne akcydensy, przeciwnie, nie są zrealizowane w substancyi; są w niej tylko możliwe; są in potentia, w stanie potencyalnym, jak mówią scholastycy, którzy wyrazem tym przekładają wyraz δύναμις, używany przez Stagirytę.

Stan aktualny i stan potencyalny nie wyczerpują wszystkich stanów, w jakich możemy pojmować akcydens; istnieje jeszcze stan trzeci, w którym potencyalność i aktualność są związane sposobem nierozwiązalnym i niewyrażalnym: jest to stan ruchu, κίνησις.

Czem jest naprzykład topnienie lodu? W tym lodzie stan wody jest in potentia; rozważając ten stan jako czysto potencyalny, mieć będziemy pojęcie lodu, który może topnieć, nie zaś lodu, który topnieje. Spojrzyjmy na ten stan wody jako na aktualny. Wtedy mamy pojęcie, wody nie zaś lodu. Aby pomyśleć topnienie lodu, należy uważać stan wody jako stan in potentia w lodzie, i równocześnie, jako stawający się aktualnym.

Podobnie, w analizie wszelkiego ruchu odnajdujemy coś, co można pojąć, jako będące in actu w chwili, gdy je pojmujemy zasadniczo, jako będące in potentia. Wyraz ruch ma za przedmiot wyrażenie tego wewnętrznej jedności potencyi i aktu, jedności, której istoty język ludzki nie może wyrazić inaczej, jak popełniając koło błędne. Język bowiem, będąc zawsze i koniecznie metaforycznym, musi brać z ruchu słowo, przy pomocy którego usiłuje ruch określić. Takie jest znaczenie sławnego podania Arystotelesa: Ἡ τοῦ δυνάμει ὄντος ἐντελέχεια ᾗ τοιοῦτον, κίνησίς ἐστιν, które scholastycy przełożyli w ten sposób: Motus est actus entis in potentia, quatenus in potentia est.

Wybrany przez nas przykład do wyjaśnienia definicyi ruchu,

t. j. topnienie lodu, daleki jest od tego, co dziś rozumiemy przez słowo „ruch"; w użyciu zwykłem wyraz ten oznacza tylko zmianę miejsca w przestrzeni. Znaczenie wyrazu „ruch" jest nieskończenie rozleglejsze w języku perypatetyków; nie ulega wątpliwości, że zmiana miejsca (κατὰ τόπον μεταβολή) charakteryzuje jeden rodzaj ruchów: ruch miejscowy[1]. Lecz nawet i wtedy, gdy się ograniczymy do rozważania ciał, odkrywamy mnóstwo innych ruchów. Gdy ciało topnieje, jakość, którą wyraża wyraz płyn (ὑγρὸν), przechodzi od potencyi do aktu; jakość, którą wyraża wyraz ciało stałe (ξηρὸν), traci swój stan aktualny i istnieje tylko in potentia. I to jest także ruch, lecz ruch bardo różny od ruchu miejscowego; ruch taki Arystoteles nazywa ἀλλοίωσις, scholastycy zaś alteratio.

Rozmaitość ruchów alteracyjnych jest nieskończona: ciało, które się ogrzewa lub oziębia, płomień, który staje się więcej lub mniej świecącym, kawałek żelaza. które się magnetyzuje lub odmagnetyzowuje, doznają alteracyj.

Ruchy miejscowe, ruchy alteracyjne nie wyczerpują jeszcze mnogości zmian, zachodzących w świecie rzeczy. Ruchy te zmieniają tylko same akcydensy; otóż istnieją zmiany, wpływające na samą substancyę. Takiemi są zmiany, kombinujące elementy dla utworzenia mieszaniny, sprawiające dysocyacyę mieszaniny dla przywrócenia pierwiastków. W rzeczy samej, gdy powstaje mieszanina, substancye elementów tracą swój byt aktualny; w mieszaninie istnieją one tylko in potentia. Można je wydobyć na nowo analizą chemiczną, która przeprowadza substancye ze stanu potencyalnego do aktualnego; mamy zepsucie (korupcyę) (φθορὰ) mieszaniny i powstanie, generacyę (γένεσις) elementów.

Oto są w grubym zarysie pojęcia, do których fizyk sprowadza wszystkie skutki, spostrzegane w ciałach; gdy taka redukcya jest dokonana, wyjaśnienie jest ukończone.

Gdy zapytamy naprzykład, dlaczego magnes przyciąga żelazo, odpowiemy, że w obecności magnesu substancya żelaza doznaje alteracyi, że nabiera pewnej własności ukrytej, zdolno-

---

[1]) Używamy wyrazu miejscowy dla skrócenia, chociaż w języku zwykłym ma znaczenie odmienne. (Red.)

ści magnetycznej i że naturą tej zdolności jest pociąganie żelaza ku magnesowi. Spostrzeżenia fizyków mogą dodać więcej lub mniej szczegółów do tego wyjaśnienia, mogą udokładnić cechy osobliwe zdolności magnetycznej i określonego przez nią ruchu, lecz nie potrafią nic wykryć poza jakością, co by było jego wyjaśnieniem; nie potrafią sprowadzić jej do czegoś bardziej elementarnego i bardziej prostego, ponieważ jest ona przyczyną właściwą i ostateczną spostrzeganych zjawisk.

2. *Mechanika kartezyańska.*

Odrodzenie nauk na początku XVII-go stulecia była gwałtowną reakcyą przeciwko podobnym wyjaśnieniom. Własności ukryte obsypano wtedy uszczypliwemi przycinkami; dzięki nieśmiertelnemu humorowi Molière'a, śmiech, jaki wzbudzały, przetrwał do dni naszych. Byłoby pracą ciekawą i filozoficznie pouczającą wyśledzić perypetye tej walki pomiędzy starą Scholastyką i nową Fizyką; być może, że postaramy się kiedyś dokonać tego zadania; dziś wszakże przekroczyłoby ono ramy naszego pisma.

Dążenia do odrodzenia naukowego, kierowane przez ludzi, którzy prawie wszyscy byli wielkimi geometrami, rozwinęły się w całej pełni i zostały niemal wykończone w Fizyce kartezyańskiej.

Z wystąpieniem Descartes'a, pojęcie jakości zostało wygnane z całej dziedziny wiedzy, która staje się królestwem czystej jakości, Matematyki powszechnej.

Pomiędzy naukami jedna Arytmetyka wyzbywa się wszelkiego pojęcia, zapożyczonego od kategoryi jakości; ona jedna jest zgodna z ideałem, który Descartes stawia jako ideał całej nauce przyrody.

Już w Geometryi umysł potrąca o element jakościowy, albowiem nauka ta pozostaje „tak przywiązana do rozpatrywania figur, że nie może ćwiczyć rozumu bez znacznego utrudzenia wyobraźni. Skrupuł, jakiego doznawali starożytni przy używaniu wyrazów Arytmetyki w Geometryi, który mógł pochodzić tylko stąd, że nie widzieli dość jasno ich związku, spowodował wiele

ciemności i kłopotów w sposobie ich wykładu.“ Ta ciemność, ta kłopotliwość znikną, skoro usuniemy z Geometryi pojęcie jakościowe postaci i zachowamy tylko pojęcie ilościowe odległości oraz równania, wiążące ze sobą wzajemne odległości rozważanych punktów. Różne gałęzie Matematyki, jakkolwiek różne są ich przedmioty, rozważają w tych przedmiotach „jedynie różne zachodzące w nich stosunki i proporcye“; tak że wystarczy traktować te proporcye w ogólności, drogami Algebry, bez troszczenia się o przedmioty, w których je znajdujemy, o figury, w których są zrealizowane. Przeto: „wszystko, co podlega rozważaniu geometrów, sprowadza się do jednego rodzaju zagadnień, t. j. do szukania wartości pierwiastków pewnego równania“. Cała Matematyka sprowadza się do nauki o liczbach; mówi się w niej tylko o ilościach; jakości nie mają w niej miejsca.

Jakości, wygnane z Geometryi, należy teraz wygnać z Fizyki. Aby to módz uczynić, należy sprowadzić Fizykę do Matematyki, która stała się już nauką czystej ilości. Dzieło to usiłuje podjąć Descartes: „Nie przyjmuję—powiada—innych zasad w Fizyce, które nie są też przyjęte i w Matematyce“.

Czemże jest przedewszystkiem materya? „Istota jej nie polega ani na twardości, ani na ciężkości, cieple i innych jakościach tego rodzaju, lecz jedynie na rozciągłości na długość, szerokość i głębokość“; jest to nic innego, tylko ta materya „podzielna, ruchoma i wyposażona w postać, którą geometrowie nazywają ilością i którą biorą za przedmiot swych dowodów“. Materya jest więc ilością; ilością danej materyi jest objętość, jaką ona zajmuje; naczynie zawiera w sobie tyleż materyi, czy jest napełnione rtęcią czy powietrzem“. Ci, którzy usiłują odróżniać substancyę materyalną od rozciągłości lub ilości, albo nie kładą żadnej idei pod wyraz substancyi albo kładą ideę bezładną substancyi niemateryalnej.“

Czemże jest ruch? Mamy na myśli ruch miejscowy. Znowuż ilością. Pomnóżcie ilość materyi, którą zawiera każde z ciał pewnego układu, przez prędkość, która te ciała ożywia; dodajcie do siebie te iloczyny, a dostaniecie ilość ruchu układu. O ile układ nie zetknie się z żadnem ciałem obcem, które udziela mu ruchu lub od którego ruch zapożycza, zachowa ilość ruchu niezmienną,

Tak więc w całym wszechświecie rozprzestrzeniona jest materya jedyna, jednorodna, którą znamy o tyle tylko, o ile jest rozciągła; materya ta jest podzielna na części różnych postaci, i te części są w ruchu jedne względem drugich. Są to jedyne prawdziwe własności tego, co tworzy ciała; do tych zaś własności sprowadzić się muszą wszystkie pozorne jakości, działające na zmysły nasze.

Zaiste, pojęcie takiej Fizyki odznacza się zadziwiającą prostotą; ale usiłując uprościć Fizykę, oczyścić ją z wszelkiej zawartości, która nie jest czysto geometryczną, Descartes sprowadził ją do prostego widma, nie mogącego nam przedstawiać świata ciał.

Materya kartezyańska jest tylko „rozciągłością na długość, szerokość i głębokość.“ Lecz jak zrozumieć, że materya taka zdolna jest do poruszania się [1], to jest do ruchu miejscowego, jedynego, jaki przyjmowała nowa Filozofia.

Aby można było powiedzieć, że ciało jest w ruchu, trzeba, aby ono zajmowało pewne miejsce w pewnej chwili czasu, a inne miejsce w innej chwili; nie można więc tego ruchu rozumieć inaczej, jak w ten sposób, że miejsce ciała zmieniło się, ciało zaś pozostało to samo. Jakież znaczenie mogą mieć te wyrazy, jeżeli ciało uważane jest za identyczne z częścią rozciągłości, którą zajmuje? Czy można, bez popełnienia niedorzeczności, powiedzieć, że jedna i ta sama część rozciągłości zajmuje kolejno różne miejsca? Czy nie dość, według przepisu Pascala, zastąpić w myśli rzecz określoną definicyą kartezyańską wyrazu ciało, aby poznać, że w filozofii Descartesa w ruchu tkwi sprzeczność? Czy nie jest jasnem, że dla zrozumienia ruchu należy przyjąć, że jest coś w przestrzeni, co jest różnem od rozciągłości i co pozostaje bez zmiany wtedy, gdy zmienia się miejsce?

Materya kartezyańska nie jest zdolna do ruchu; ruch kartezyański zatem nie nadaje się do zbudowania na nim Mechaniki.

---

[1]) Co do tego punktu czytelnik z wielką korzyścią może radzić się A. Hannequina. „Essai critique sur l'hypothèse des atomes dans la science contemporaine“, księga I, rozdz. II, § 5 (Paryż 1895).

Descartes chce widzieć w ruchu, jak i w Fizyce całej, tylko to, co spostrzega geometrya. Otóż, czy geometra ma istotnie intuicyę prostą i bezpośrednią stanu ruchu? Nie. W widowisku, które przedstawiają mu ciała, on ujmuje jeden tylko element: postać; ruch ujmuje tylko pośrednio przez to, że w różnych chwilach trwania ciała są rozmieszczone tak, że wytwarzają figury różne. Geometra może tedy wiedzieć, że pomiędzy dwiema chwilami danemi dwa ciała *A* i *B* przesunęły się jedno względem drugiego; lecz nie można zapytywać go bynajmniej o to, czy ruszyło z miejsca ciało *A*, czy *B*, czy też oba. Pytanie takie nie ma dla niego żadnego znaczenia: zna on bowiem tylko ruch względny.

To spostrzeżenie nie uszło uwagi Descartes'a, gdy określił ruch [1] jako przenoszenie się części materyi lub ciała z sąsiedztwa ciał, które przytykają do niego bezpośrednio, a które uważamy jako będące w spoczynku, w sąsiedztwo innych ciał. Mocny kładzie on na to [3] nacisk z obawy, że myśl jego nie będzie jasno zrozumiana; gdy dwa ciała, które stykały się, oddzielają się jedno od drugiego, nie ma żadnej zasady, aby przypisać ruch jednemu; jedynie przyzwyczajenie i wygoda kierują nami przy wyborze jednego z ciał jako nieruchomego.

Otóż prawa Mechaniki nie mogą dostosować się do tego charakteru absolutnie względnego, nadanego pojęciu ruchu. Ich forma, powszechnie przyjęta, pociąga za sobą następującą konsekwencyę: jeżeli prawa zgodne są z różnemi ruchami naturalnemi, gdy uważamy za stałe jedno z ciał, tworzących świat, to przestaną zgadzać się z temi ruchami, gdy tę stałość przypiszemy innemu ciału. Ruchy ciał niebieskich naprzykład zgadzają się z pewną Mechaniką niebieską, gdy przyjmiemy, że ziemia jest nieruchoma. W każdem wyjaśnieniu mechanicznem świata zakłada się, że ruchy są odniesione do pewnego ciała stałego szczególnego [1];

---

[1]) Descartes. Principia Philosophiae, Paris II, art. XXV.

[3]) Descartes. Ibid. art. XXIX, XXX.

[1]) Dokładniej mówiąc, ruchy są odniesione do pewnego ciała lub do innego ciała, którego ruch, względnie do pierwszego, sprowadza sie do jednostajnej translacyi (ruchu jednostajnego postępowego).

gdy zmieniamy ciało stałe przyjęte za podstawę, musimy zmienić formę Mechaniki.

Ten dziwny charakter praw Mechaniki ujawnia się w prawie bezwładności: punkt materyalny, możliwie najbardziej oddalony od wszelkich ciał, porusza się ruchem prostoliniowym i jednostajnym. Dajmy, że sprawdziliśmy to prawo, odniósłszy ruch punktu materyalnego do pewnego ciała uważanego za stałe. Zmieńmy naszą podstawę: przypiszmy stałość nowemu ciału, które dopieroco było ożywione ruchem dowolnym względem pierwszego. Nasz punkt materyalny odosobniony będzie opisywał trajektoryę, jaką chcemy, według prawa, które spodoba się nam mu narzucić [1]).

Descartes, przyjmując prawo bezwładności, zapomniał pierwszy o warunkach, którym winno czynić wyjaśnienie dopuszczalne w jego Fizyce.

3. *Mechanika atomistyczna.*

„Wszystko to, powiedział Leibniz, daje nam poznać, że w przyrodzie jest jeszcze co innego nad to, co jest czysto-geometrycznem, t. j. rozciągłością i nagą jej zmianą".

Fizyka zmuszona jest więc porzucić formę wyjaśnienia mechanicznego, idealnie prostą, nadaną jej przez Descartes'a; musi ona koniecznie wprowadzić do swych teoryj co innego, niż pojęcia dostępne geometrom, co innego, niż czystą rozciągłość i czysty ruch względny. Zapędziwszy się nierozważnie na zdobycie pozycyi nie dającej się obronić, zmuszona jest cofnąć się.

Ale w tym ruchu wstecznym cofa się z kroku na krok; nie porzuca ani jednej piędzi ziemi bez energicznej walki. Wyparta z kartezyanizmu, rozkłada swe obozowisko w pozycyi, którą zajmowała w chwili, gdy Descartes pociągnął ją dalej, do doktryny atomistycznej, którą odnowił Gassendi, zapożyczywszy ją od Empedokla, Epikura i Lukrecyusza.

---

[1]) Znajdujemy wykład historyczny zupełny tej kwestyi w pracy: H. Streintza „Die physikalischen Grundlagen des Mechanik", Lipsk 1883.

[2]) Descartes „Principia Philosophiae". Pars II, art. XXXVII.

Gdy Huygens mówi „o prawdziwej Filozofii, w której poznajemy przyczyny wszystkich skutków naturalnych przy pomocy zasad mechaniki“, ma na myśli Filozofię korpuskularną.

Pewne części przestrzeni pozostają rozciągłością czystą: tworzą próżnię. Inne, przeciwnie, są zajęte przez substancyę materyalną. Te ostatnie składają się z bardzo małych objętości, oddzielonych od siebie próżnią. Każde z małych ciał, rozsianych w próżni, ma formę geometryczną stałą i rozmiary niezmienne; twardość broni go od wszelkiego odkształcenia, od wszelkiego przenikania ciał innych, od każdego rozerwania; jest ono fizykalnie niepodzielne i zasługuje na nazwę atomu.

W próżni każdy atom porusza się ruchem prostoliniowym i jednostajnym aż do chwili zetknięcia z innym atomem; w tej to chwili następuje uderzenie; każdy z tych dwóch atomów porusza się dalej ruchem odmiennym od tego, którym był ożywiony przed uderzeniem; rozkład prędkości po uderzeniu zależy od rozkładu prędkości przed uderzeniem i od masy każdego z uderzających się dwóch atomów, gdyż każdy atom ma masę niezmienną.

Jakiem prawem wyraża się ta zależność pomiędzy ruchami atomów przed uderzeniem a ich ruchami po uderzeniu? Doświadczenie nie może dać nam poznać tego prawa; każde z ciał uderzających się, na których obserwujemy skutki uderzeń, jest odkształcalnem zjednoczeniem niezmiennej liczby atomów. Aby tedy odkryć to prawo, należy uciec się do hypotezy, wezwać ma pomoc zasady, które nie narzucają się nam niezaprzeczalnie. Stąd to właśnie wynikły długie i namiętne spory pomiędzy atomistami.

Wyniesiona przez Huygensa, Fizyka atomistyczna trwa przez cały wiek XVIII, wbrew świetnemu powodzeniu Fizyki newtoniańskiej. Dawid Bernoulli wyprowadza z niej interpretacyę klasyczną siły rozprężliwości gazów. W Szwajcaryi naokół Bernoulliego tworzy się mała ale świetna Szkoła geometrów, która pozostaje wierną zasadom Filozofii epikurejskiej. Jeden z tych geometrów, Lesage, podejmuje na nowo próbę dawniejszą Fatio de Duilliersa wyjaśnienia praw newtoniańskich ciążenia powszechnego przy pomocy metod atomistycznych.

Aby wyjaśnić skutki, które ujawniają się w świecie ciał, atomiści nietylko opierali się na zasadach czysto-geometrycznych, lecz przyjmowali nadto twardość atomów. Nie jeden fizyk ubolewał nad tem, widząc w tej interwencyi powrót do zdolności i jakości ukrytych Szkoły. Trudno mi zrozumieć, pisał Denis Papin do Huygensa[1], co, mówi Pan o tem, że twardość doskonała stanowi istotę ciał: zdaje mi się, że jest to przyjmowanie jakości tkwiącej w ciałach, co oddala nas od zasad matematycznych lub mechanicznych, gdyż atom, jakkolwiek mały, składa się z części realnie różnych i zewnętrznych wzajemnie; połowa wschodnia jest realnie różna od połowy zachodniej tak, że gdy uderzę jedynie część wschodnią, aby ją pchnąć ku południowi, nie ma żadnej racyi mechanicznej, któraby mnie zmuszała do przyjęcia, że i część zachodnia pójdzie w tę samą stronę. I zdaje mi się, że gdy się trzymamy bezwzględnie zasad Mechaniki, należy przyjąć, że materya sama przez się nie ma w sobie żadnego połączenia swych części i że twardość, której w niektórych ciałach doświadczamy, pochodzi tylko z ruchu otaczających płynów, cisnących części mniej ruchem ożywione, jedne ku drugim".

W tymże czasie Leibniz[1] i Malebranche[2] za pomocą podobnych rozumowań usiłowali utrzymać Fizykę w możliwej blizkości Fizyki kartezyańskiej. Według tych dwóch filozofów, przestrzeń wypełniona jest materyą jednorodną, podzielną do nieskończoności, płynną, nieściśliwą; jedynie ruchy wirowe rozróżniają rozmaite jej części; ciśnienia, wytworzone przez te ruchy wirowe, wyjaśniają pozorną twardość części oraz działania, które zdają się wywierać jedne części na drugie.

Tak więc prawie u kresu XVII-go stulecia niektórzy wielcy myśliciele usiłują jeszcze iść śladami metody kartezyańskiej, przyjmować w Fizyce jedynie postać i ruch, wreszcie zapędzają jakości

---

[1]) D. Papin à Christian Huygens 18 czerwca 1690 („Oeuvres complétes de Christian Huygens" t. IX, p. 429).

[1]) Leibniz, „Theoria motus concreti seu Hypothesis nova." Moguncya 1671.

[2]) Malebranche. Réflexions sur la lumière et les couleurs (Histoire de l'Académie Royale des Sciences, année 1699, Mémoires p. 22).

Szkoły aż do ostatniego schroniska, do twardości atomów epikurejskich. W tej chwili właśnie ukazuje się Fizyka, w rozumowaniach swych wprowadzająca pojęcie radykalnie, obce Geometryi, pojęcie siły; jest nią Fizyka Newtona.

4. *Mechanika newtoniańska.*

Nie mamy tu zamiaru szczegółowego przedstawienia kolejnego rozwoju tej doktryny, któż zresztą nie zna faz głównych jej tryumfalnego pochodu?

W r. 1687 ukazały się „Philosophiae naturalis Principia mathematica". W dwóch pierwszych księgach tego nieśmiertelnego dzieła, z aksiomatów podstawowych nowej Mechaniki, wygłoszonych z nadzwyczajną wyrazistością, wyprowadzone zostały wszystkie ich konsekwencye przy pomocy dedukcyi geometrycznej, której wytworność podziwiały wieki następne. W księdze trzeciej tego traktatu ciążenie w stosunku odwrotnym do kwadratów z odległości pozwoliło zanalizować z nieznaną dotąd precyzyą ruchy planet, satelitów i wód morskich. W sławnej kwestyi, dołączonej do swej Optyki, przewiduje Newton, że elektryczność i magnetyzm ulegają prawom analogicznym do tych, które rządzą ciałami niebieskiemi; rzuca on tam pomysł przyciągania cząsteczkowego, wyjaśniającego zjawiska włoskowatości i reakcyj chemicznych. Te zarysy teoryi działań, odbywające się w bardzo małych odległościach, przekształcają się na ścisłą doktrynę w badaniach Freinda, Keila, Clairauta, gdy równocześnie wielcy geometrowie zasilają Mechanikę niebieską, ugruntowaną na ciążeniu powszechnem.

Nie wchodząc w szczegóły historyczne tej ewolucyi, weźmy odrazu Fizykę newtoniańską w tej postaci, w jaką przywdziała się w czasie pełnego swego rozkwitu, mianowicie w postaci tak ścisłej i jasnej, nadanej jej przez Boscovicha [1].

---

[1]) Boscovich. „Theoria Philosophiae naturalis reducta ad unam legem virium in Natura existentium", Wiedeń 1758, Wenecya 1763.

W próżni znajdują się istoty materyalne, z których każda sprowadza się do punktu, pozbawionego rozciągłości, ale obdarzonego masą niezmienną. Każdy z tych punktów podlega siłom, których wypadkową otrzymuje się przy pomocy klasycznego prawa równoległoboku. W każdej chwili wypadkowa sił działających na punkt materyalny jest wprost przeciwległa przyśpieszeniu ruchu tego punktu. Pomiędzy wielkością siły i wielkością przyśpieszenia istnieje stosunek niezmienny, będący dokładnie masą punktu ruchomego.

Każda z sił, działających na punkt materyalny, wypływa z innego punktu materyalnego; ten ostatni znów doznaje ze strony pierwszego działania równego i wprost przeciwnego temu, które sam wywiera na punkt drugi.

Działanie wzajemne dwóch punktów jest skierowane wzdłuż prostej je łączącej; jest ono proporcyonalne do iloczynu ich mas; zmienia się wraz z odległością punktów.

Gdy odległość dwóch punktów jest tak mała, że nie daje się wcale uchwycić zmysłami i wyznaczyć przy pomocy naszych przyrządów, wtedy funkcya odległości, od której działanie zależy, ma formę nieznaną, która może być skomplikowana i może zmieniać się wraz z naturą chemiczną dwóch punktów materyalnych. Działanie, które ta funkcya przedstawia, może być przyciąganiem przy pewnych wartościach odległości wzajemnej, albo odpychaniem przy innych wartościach tej odległości.

Przeciwnie, gdy odległość dwóch punktów daje się ująć zmysłowo, wtedy ich działanie wzajemne jest niezależne od ich natury chemicznej; jest ono zawsze przyciągającem i zmienia się w stosunku odwrotnym do kwadratów wzajemnej odległości.

W tej to postaci działanie wzajemnie staje się przyciąganiem ciężkości, które tłómaczy nam spadek ciał na powierzchnię ziemi, bieg księżyca, planet, satelitów, komet, przypływów i odpływów morza. W pierwszej zaś postaci działanie wzajemne przybiera nazwę przylegania, gdy odbywa się pomiędzy punktami materyalnemi tej samej natury, albo powinowactwa, gdy odbywa się pomiędzy punktami chemicznie różnemi. Przyleganie tłómaczy nam własności ciał stałych, cieczy

i gazów, a wraz z powinowactwem wyznacza i rządzi połączeniami i rozkładami chemicznemi.

Oto są rysy zasadnicze zasad, na których spoczywa wyjaśnienie mechaniczne wszelkiego zjawiska fizycznego; takim jest plan ogólny, który Szkoła Laplace'a wzniosła do wysokiego stopnia doskonałości.

„Laplace, powiada Fourier, był urodzony na to, aby wszystko doskonalić, wszystko zgłębiać, by odsuwać wszelkie granice, by rozwiązać to, co uważano za nierozwiązalne. Wykończył on naukę Nieba, o ile nauka ta mogła być wykończoną.“

Oparta na ciążeniu powszechnem, Mechanika niebieska, nieustanny przedmiot badań dla wszystkich wielkich geometrów XVIII-go stulecia, dla Maclaurinów, Clairautów, d'Alembertów, Eulerów i Lagrange'ów, już była bogato rozwinięta. Laplace „powziął zamiar poświęcenia swych usiłowań tej wysokiej nauce. Głęboko rozmyślał nad pełnym sławy planem; całe życie swe poświęcił mu, spełniając to zadanie z wytrwałością bezprzykładną w historyi nauk... Niema żadnego punktu w Astronomii fizycznej, któryby nie był przedmiotem jego studyów i głębokiego rozbioru; poddał on rachunkowi znaczną część warunków fizykalnych, które pomijali jego poprzednicy“.

Zdobycze Laplace'a w Mechanice niebieskiej nie wyczerpują bynajmniej dziedziny badań jego potężnego geniuszu. „Był on prawie tak wielkim fizykiem, jak wielkim geometrą.“ We wszystkich gałęziach Mechaniki fizycznej posunął dalej konsekwencye, wypływające z hypotezy newtoniańskiej.

Już Newton uważał, że przyciąganie na małą odległość nadaje się do wyjaśnienia postaci cieczy w naczyniach bardzo wązkich i zachęcał Hawskbee'a do doświadczalnego sprawdzenia tego pomysłu. Jurin zastosował w dalszym ciągu pogląd ten do wyjaśnienia podnoszenia się wody w rurach bardzo cienkich. Clairaut postawił to samo zagadnienie w związku

---

[1]) „Éloge historique de M. la Marquis de Laplace, prononcé dans le séance publique de l'Académie Royale des Sciences, le 15 juin 1829 par le baron Fourier“.

z odkrytemi przez siebie zasadami ścisłemi Hydrostatyki ogólnej. Szczęśliwa indukcya, oparta na przyjęciu analogii między powierzchnią zewnętrzną cieczy a napiętą błonką sprężystą, doprowadziła Segnera do równania powierzchni włoskowatej, Younga zaś do wyrażenia na kąt zetknięcia. Lecz jakaż odległość dzieli te rozmaite próby od teoryi zupełnej i szczegółowej, podanej przez Laplace'a! Teorya ta, postawiona na metodach geometrycznych niezwykłej wytworności, bogata w ścisłe wyniki, najdrobiazgowiej skontrolowana przez zgodę ich z doświadczeniami Gay-Lussaca, może być uważana za wykończony model wyjaśnienia fizycznego, pojętego według doktryn Newtona i Boscovicha.

Z drugiej strony doktryny te, uprawiane przez Laplace'a i jego uczniów, dały inne jeszcze dowody swej płodności.

Newton postawił hypotezę, że światło powstaje z ciałek bardzo drobnych, wyrzucanych z nadzwyczajną prędkością; że cząstki materyalne wywierają na te ciałka przyciągania, które stają się bardzo potężne, gdy punkty działające są blizkie. Na tej hypotezie Laplace zbudował swoją Optykę, doprowadziwszy ją aż do wytłómaczenia praw podwójnego załamania w spacie islandzkim; wiadomo, że odkrycie tego zjawiska przez Huygensa było arcydziełem wielkiego fizyka atomisty.

W kilka lat później Optyka emisyjna, zwalona przez nadzwyczajne odkrycia Younga i Fresnela, na nowo ustąpić musiała Optyce undulacyjnej; lecz sama zasada wyjaśnień newtoniańskich nie została zwichnięta. Przeciwnie, niezadługo okazała się ona znów płodną. Fresnel szukał w niej wytłómaczenia praw sprężystości eteru, przez co żywo zainteresował geometrów teoryą ogólną sprężystości ciał stałych. Szerokie stosowanie hypotez Newtona i metod Laplace'a pozwoliło Poissonowi i Cauchy'emu podjąć na nowo pracę Naviera nad tym przedmiotem i zbudować teoryę, o której mowa.

Po badaniach kalorymetrycznych Blacka i Crawforta, ciepło utraciło na przeciąg pół wieku charakter ruchu, przypisywany mu ogólnie od czasów Descartes'a. Przez powrót do hypotez Gassendi'ego staje się ono płynem, cieplikiem; punkty materyalne, ten płyn składające, odpychają się wzajemnie,

materya zaś ciał przyciąga je. Gdy Lavoisier, później Berthollet stara się przy pomocy tych założeń wyjaśnić prawa topnienia, ulatniania się ciał, rozpuszczania i reakcyj chemicznych, Laplace, posiłkowany przez Poissona, poparty doświadczeniami Desormes'a i Clémenta, Delaroche'a i Bérarda, Gay-Lussaca, Weltera, wyprowadza z nich interpretacyę rozprężliwości gazów i towarzyszących jej zjawisk cieplnych, podaje wzór dokładny na prędkość rozchodzenia się głosu w powietrzu; kładzie podstawy teoryi ciepła, której liczne równania przeżyć miały hypotezy, jakie im dały początek.

Rady Laplace'a pobudziły Poissona do traktowania według reguł Fizyki newtoniańskiej działań przyciągających i odpychających płynu elektrycznego. W ten sposób odkrywa Poisson prawa rozmieszczenia elektryczności na powierzchni przewodnika, a następnie rozszerzając swoją analizę, daje szczegółową teoryę magnesowania miękkiego żelaza.

Wreszcie od r. 1822 do 1826 Ampère buduje swoją nieśmiertelną „Teoryę matematyczną zjawisk elektrodynamicznych" i zdobywa nowy teren dla Fizyki newtoniańskiej, poddając siły elektrodynamiczne pod prawidła tej Fizyki.

5. *Siła i własności ukryte.*

Fizykę newtoniańską, która miała okazać się tak płodną, przyjęto nie bez niedowierzania. Nowa Fizyka, rozwiązawszy szczęśliwie problematy Mechaniki niebieskiej, które od wieku podniecały usiłowania filozofów atomistów i kartezyańczyków, uraziła miłość własną niejednego geometry. Przyjaciele Newtona nie starali się bynajmniej o oszczędzanie tej miłości własnej geometrów i nie czekali nawet ukończenia druku „Principiów", aby oznajmić, że od chwili rozmyślań ich autora, cała Fizyka zupełnie się zmieniła [1]. Lecz inna ważniejsza przyczyna miała wywołać

---

[1]) Fatio de Duilllers do Chrystyana Huygensa 24 czerwca 1687 („Oeuvres complètes d'Huygens", t. 9. str. 168).

nienawistne usposobienie tych ludzi, chcących wyjaśnić wszystko przy pomocy zasad mechanicznych: przyciąganie wzajemne różnych części materyi zbyt przypominało własności ukryte scholastyków, wygnane bezlitośnie przez kartezyańczyków i atomistów, by ci ostatni nie mieli być dotknięci formą tej hypotezy.

„Życzyłbym był sobie, Panie— pisał Fatio de Duilliers do Huygensa[1], aby autor mógł był zasięgnąć rady Pańskiej co do zasady przyciągania, jakie przyjmuje pomiędzy ciałami niebieskiemi.

„Życzę sobie widzieć książkę p. Newtona—odpowiada Huygens[2]. Godzę się na to, że nie jest katezyańczykiem, byleby tylko nie czynił takich przypuszczeń, jakiem jest to o atrakcyi.“

Leibniz znów, po przeczytaniu książki Newtona, napisał do Huygensa[3]: „Nie rozumiem wcale, w jaki sposób pojmuje on ciężkość lub przyciąganie. Zdaje się, że według niego jest to pewna własność niecielesna i niewyjaśnialna“. Huygens odpisuje[4]: „Co się tyczy przyczyny odpływów, które podaje p. Newton, bynajmniej nie zadawala mnie ona, jak i wszystkie inne teorye, które on buduje na zasadzie atrakcyi, która wydaje mi się niedorzeczną.“

Newton przewidział napewno ten wstręt, jakiego hypoteza przyciągania wzajemnego pomiędzy rozmaitemi częściami materyi miała napotkać u większości umysłów, wrogo usposobionych dla własności ukrytych, sympatyj i antypatyj Szkoły, i dla tego w zakończeniu swych „Principiów“ zastrzega się wyraźnie przeciw temu, jakby ciążenie miało być uważane za wyjaśnienie ostateczne, za własność nieprzywiedlną do postaci i do ruchu. Ukazuje on możliwość podobnej redukcyi, nad szukaniem której poczynił już był pewne próby, a którą usiłował przeprowadzić Fatio de Duilliers; lecz dawał do zrozumienia, że usiłowania, w tym celu czynione, nie ustępowały bynajmniej w jałowości swej dyskusyom nad przyczynami ukrytemi.

---

[1]) Ibid. str. 167.

[2]) Chrystyan Huygens do Fatio de Duilliersa 11/1 lipca 1687 („Oeuvres complètes d'Huygens“ t. 9, str. 190).

[3]) Leibniz do Chrystyana Huygensa (Oeuvres etc., t. 9, s. 523).

[4]) Huygens do Leibniza, 18 listopada 1670 (Ibid. t. 9, str. 388).

„Dotąd — powiada [1] — wyjaśniałem zjawiska ciał niebieskich i morza za pomocą siły ciążenia, lecz nie podałem przyczyny tej ostatniej,.. Nie mogłem dotąd wydobyć ze zjawisk zasady własności ciążenia, a hypotez nie wymyślam. W samej rzeczy, wszystko, co nie wynika ze zjawisk, jest hypotezą; hypotezy zaś fizyczne czy metafizyczne, mechaniczne czy jakości ukryte, już nie powinny mieć miejsca w Fizyce doświadczalnej."

Myśl, wyrażona w tym sławnym ustępie, oddana jest jeszcze jaśniej, jeżeli to jest możliwe, w następujących wierszach „Optyki" [1]. „Wyjaśnić każdą własność rzeczy, obdarzając ją specyficzną ukrytą jakością, któraby wytwarzała i sprawiała skutki nam się ujawniające, jest to nie wyjaśniać wcale. Lecz wydobyć ze zjawisk dwie lub trzy zasady ogólne ruchu, wyjaśnić następnie wszystkie szczegóły działania ciał przy pomocy tych jasnych zasad, oto jest prawdziwie uczynić wielki krok w Filozofii, chociażby nawet przyczyny tych zasad nie były odkryte. Oto, dla czego nie wahałem się postawić zasady ruchu, pozostawiając na uboczu szukanie przyczyn."

Przedmowa Rogera Cotesa na czele drugiego wydania „Principiów" akcentuje przeciwieństwo pomiędzy filozofią Newtona a metodami, drogiemi kartezyańczykom i atomistom. Cotes wyśmiewa tu wyjaśnienia hypotetyczne tych fizyków, oraz pewność, z jaką małym cząstkom ciał przypisują oni rozmiary i postać, przystosowując je do swych rozumowań; wyśmiewa ich płyny nieuchwytne, przenikające wszystkie substancye przez pory niewidzialne; mimo skrupulatnej dokładności, z jaką pragną ulegać prawom Mechaniki, za podstawę swych teoryi biorą oni ułudne przypuszczenia; „bajka, która nam się podoba, jest wdzięczna i ładna, ale jest tylko bajką."

Niechże teraz obwołają ciążenie, jako przyczynę ukrytą! Odpowiedź jest łatwa. Któreż są prawdziwe przyczyny ukryte, czy te, które doświadczenie stwierdza z całą jasnością, czy też te, któ-

---

[1]) Newton. Philosophiae naturalis Principia mathematica: Scholium generale.

[2]) Newton. Optice Quaestio XXXI.

rych istnienie jest tylko fikcyą? Czy siła, której wszystkie cechy kreślą nam ruchy ciał niebieskich, czy też nie dające się wcale stwierdzić wiry materyi subtelnej? Czyż powiedzą oni, że ciążenie jest własnością ukrytą dlatego, iż przyczyna jego jest nieznana i nie została dotąd odkryta? Wszak idąc od przyczyny do przyczyny, dojść musimy koniecznie do przyczyn najprostszych, dla których niemożliwem jest wyjaśnienie mechaniczne. Czyż dlatego nazwać je mamy ukrytemi i wyrzucić z obszaru Fizyki? Gdyby tak było, cała Fizyka zniknęłaby wraz z niemi.

Nie mogą zachodzić żadne wątpliwości co do istotnego znaczenia głębokiej myśli Rogera Cotesa; dla niego ciążenie jest własnością tkwiącą w materyi, jakością pierwszą i nieprzywiedlną substancyi ciał.

Leibniz, w młodości swej tak mocno przywiązany do wyjaśnień czysto-geometrycznych kartezyańczyków, widział się następnie zmuszonym do przyjęcia w Mechanice elementu odmiennego od rozciągłości i ruchu. Śmielszy od Rogera Cotesa, nie zawahał się nawet upodobnić tego elementu z formami substancyalnemi Scholastyki.

„Jakkolwiek jestem przekonany, pisze on [1], że wszystko odbywa się mechanicznie w Przyrodzie ciał, nie przestaję jednak wierzyć, że same zasady Mechaniki, t. j. pierwsze prawa ruchu, mają początek wyższy od tego, który dać może czysta matematyka..... Spostrzegamy, że należy tu dołączyć jakieś pojęcia wyższe lub metafizyczne, t. j. pojęcia substancyi, działania i siły pojęcia, z których wynika że to, co doznaje oddziaływania, samo działa, i że wszystko, co działa, musi podlegać oddziaływaniu... Godzę się na to, że naturalnie każde ciało jest rozciągłe i że nie ma rozciągłości bez ciała; ale niemniej sądzę, że nie należy mieszać pojęć miejsca, przestrzeni lub rozciągłości czystej z pojęciem substancyi, która prócz rozciągłości obejmuje w sobie opór, t. j. działanie i oddziaływanie.“

„Przeniknąłem dość daleko, pisze gdzieindziej [2], w kraj Scholastyków, lecz matematyka i nowi pisarze wyprowadzili mnie

[1]) Leibniz. Dzieła, wydanie Gerhardta, t. 4, s. 464.
[2]) Leibniz, l. c. s. 478.

stamtąd, gdym był jeszcze dość młodym. Oczarowały mnie ich piękne sposoby wyjaśniania mechanicznego Natury i pogardziłem zasadnie metodą autorów, przyjmujących tylko formy i własności, którego niczego nie uczą. Lecz oddawszy się zgłębieniu samych zasad Mechaniki, w celu zrozumienia praw Przyrody, które daje nam poznać doświadczenie, przekonałem się, że samo rozważanie masy rozciągłej nie wystarcza, i że należy wprowadzić jeszcze pojęcie siły, pojęcie bardzo zrozumiałe, jakkolwiek pochodzące z obrębu metafizyki."

„Przez siłę lub potęgę[1]) nie rozumiem możności lub prostej własności, która jest tylko możliwością najbliższą działania i która będąc martwą, nie wytwarza sama żadnego działania bez pobudzenia zewnętrznego; rozumiem przez siłę środek pomiędzy możnością a działaniem, obejmujący w sobie wysiłek, akt, entelechię, gdyż siła przechodzi sama przez się do działania, o ile nic jej nie staje na przeszkodzie."

Ustęp ten, jak i inne, zbyt długie, aby je cytować, świadczą, że poglądy Leibniza pozostają w ścisłem zetknięciu ze starą Fizyką perypatetyczną. „Wiem, mówi on [1]), że wygłaszam wielki paradoks, usiłując zrehabilitować w pewnej mierze dawną filozofię i przypominając post liminio wygnane prawie formy substancyalne. Lecz być może, że zbyt lekkomyślnie nie będę potępiony, skoro będzie wiadomem, że przemyśliwałem nie mało nad filozofią nowoczesną; że poświęciłem sporo czasu doświadczeniom fizykalnym i dowodom geometrycznym; że sam długo przekonany o jałowości tych form, byłem zniewolony do zajęcia się niemi, mimowoli i jakby przymusowo, gdy po badaniach własnych przekonałem się, że współcześni nam nie oddają należnej sprawiedliwości Św. Tomaszowi i innym ludziom tamtych czasów, oraz że w poczuciu filozofów i teologów scholastycznych jest więcej rzeczy trwałych, niżby to wyobrazić sobie można było, o ile tylko stosujemy je we właściwych okolicznościach i w swojem miejscu. Jestem nawet przekonany, że gdyby jaki umysł ścisły i refleksyjny zadał sobie trud wyjaśnienia i przetrawienia

---

[1]) Leibniz, l. c. s. 471. [2]) Leibniz, l. c. s. 424.

ich myśli na sposób geometrów analitycznych, znalazłby tam skarb prawd bardzo ważnych i nadających się do przedstawienia demonstracyjnego."

Nie idzie bynajmniej o to, aby uznać—a co gorsza—naśladować te śmieszne metody fizykalne, które tak zdyskredytowały Scholastykę. „Godzę się na to, że rozważanie tych form nie służy do niczego w Fizyce i nie powinno być zwłaszcza stosowane do wyjaśniania zjawisk. Scholastycy nasi, a za nimi lekarze owych czasów błądzili w tem właśnie, iż przypuszczali, że zdają sobie sprawę z własności ciał, gdy mówią o formach i jakościach, a nie zadawali sobie trudu badania sposobów działania, tak, jak gdyby wystarczało powiedzenie, że zegarek posiada zdolność wskazywania czasu, pochodzącą z jego formy, bez potrzeby rozważania z czego się składa."

Zamiast naśladowania tej Fizyki, której zdawało się, że podaje wyjaśnienia, wtedy, gdy stwarzała tylko wyrazy, należy, idąc za przykładem Descartes'a i Huygensa, tak daleko posunąć analizę skutków przyrodzonych, póki nie zostaną one sprowadzone do zjawisk najprostszych; lecz gdy się doszło do pierwszych własności ciał, mających wyjaśniać inne własności, spostrzeżemy, że nie polegają one „jedynie na rozciągłości[1]), t. j. na wielkości, postaci i ruchu, lecz że należy koniecznie poznać jeszcze coś, co miałoby związek z duszami i co nazywa się pospolicie formą substancyalną" lub siłą, jak mówi Leibniz w kilku miejscach.

Leibniz wyszedł był ze systemu, z którego usuwał ciążenie, które wydawało mu się „pewną własnością niecielesną i niewyjaśnialną"; lecz rozmyślania nad podstawami Mechaniki przywiodły go do tego, że co do istoty tej własności podzielił pogląd bezpośrednich uczniów Newtona i rzucił żywe światło na analogię tego poglądu z doktorynami perypatetycznemi.

Pomiędzy następcami Newtona panowały najrozmaitsze poglądy, dotyczące istoty ciążenia.

Jedni pod wpływem Bernoullich w dalszym ciągu „wymyślali hypotezy", aby wszystkie skutki Przyrody ciał spro-

---

[1]) Leibniz, l. c. str. 434.

wadzić do zasad, przyjmowanych przez atomistów; pomiędzy niemi Lesage, odnawiając próbę Fatio de Duilliersa, starał się wyjaśnić grawitacyę przez uderzenia ciałek pozaświatowych o cząsteczki materyalne.

Inni nie doznawali żadnych skrupułów przy wprowadzaniu do swoich rozumowań sił, wywieranych lub odbieranych przez różne punkty materyalne, tworzące ciała; lecz naśladując mądrą ostrożność Newtona w jego „Principiach", nie usiłowali bynajmniej rozstrzygać pytania, czy te przyciągania uważać należy za własności nieprzywiedlne materyi, czy też za skutki stosownie pomyślanych ruchów. Do rzędu tych należał Laplace. „Czemże iest, mówi on, zasada przyciągania powszechnego [1], czy prawem pierwszorzędnem Natury, czy też skutkiem ogólnym niewiadomej przyczyny? Nieświadomość nasza o wewnętrznych własnościach materyi zatrzymuje nas tu, odejmując wszelką nadzieję pozyskania wystarczającej na te pytania odpowiedzi." „Zasada ciążenia powszechnego, mówi w innem miejscu, jestże prawem pierwszorzędnem Przyrody, czy tylko skutkiem ogólnym nieświadomej przyczyny?,. Newton, ostrożniejszy od wielu swoich uczniów, nie wypowiedział się wcale co do tych pytań, na które nieświadomość nasza w rzeczach własności wewnętrznych materyi nie pozwala nam odpowiedzieć w sposób dostateczny."

Inni wreszcie, wyzyskując do końca myśli Leibniza, nie cofają się przed poglądem, że siła jest pojęciem nieprzywiedlnem do rozciągłości i ruchu, pojęciem pierwszem i istotnem substancyi materyalnej. Pomiędzy niemi pierwsze miejsce należy się Boscovichowi [2], który nazywał siebie równocześnie uczniem Leibniza i Newtona i który nadał Fizyce newtoniańskiej formę, godną podziwu pod względem jedności i prostoty.

---

[1]) Leplace. Exposition du Système du Monde. Księga IV, Rozdz. XVII

[2]) Laplace. Ibid., Księga V, Rozdz. V.

[3]) Boscovich. Theoria philosophiae naturalis reducta ad unam legem virium in Natura existentium. Wiedeń 1758 i Wenecya 1763.