

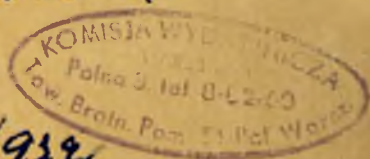
# POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Z

*Bolesław Świdziński*

1916  
1. IV.



*1916/17*

# **SŁOWO WSTĘPNE**

## **DO WYKŁADÓW**

### **MECHANIKI OGÓLNEJ**

wypowiedziane przez

**Inż. H. CZOPOWSKIEGO**

w kwietniu roku 1916

do słuchaczy i słuchaczek wydziałów:  
chemji, inżynierji budowlanej  
i rolnej Politechniki  
w Warszawie.

**WARSZAWA**

Nakładem Tow. Bratniej Pomocy Słuchaczy  
Politechniki Warszawskiej.

**Wykonano w Zakł. Graf. A. Hurkiewicz i Sp.  
Marjensztadt 16.**

*Cogito, ergo sum.*

*Descartes.*



**Z**anim przystąpię do właściwego wykładu mechaniki ogólnej, wypowiem słów kilka: o przedmiocie mechaniki i jej zadaniach, o jej podstawach i po dziale, oraz słów parę o rozwoju historycznym jej podstaw.

*Przedmiot i zadanie mechaniki.* Przedmiotem mechaniki jest badanie ruchów oraz warunków spoczynku brył materialnych; zadaniem zaś jej jest wskazanie sposobów obliczania ruchów, wywołanych przez pewne warunki fizyczne, lub odwrotnie, wskazanie sposobów określenia takich warunków, przy których bryły dane wykonają z góry wskazany ruch.

Jeżeli znany jest np. z wykonanych po-

miarów ruchu ziemi około słońca, to twierdzenia mechaniki powinny dać nam możliwość obliczenia sił, które ten ruch wywołują, i odwrotnie; jeżeli mamy dane siły, działające na pewną bryłę, to za pomocą twierdzeń mechaniki powinniśmy móc obliczyć ruch, jaki wykona ta bryła pod działaniem danych sił.

Te same zadania ma spełnić mechanika względem stanu spoczynku brył materialnych. Jeżeli pewna bryła materialna lub układ brył (np. most) pod działaniem pewnych sił pozostawać ma w spoczynku, to zadanie mechaniki polega na określeniu, jakim warunkom powinny odpowiadać te siły, ażeby dana bryła, czy też układ brył pozostawał w spoczynku, i odwrotnie, mechanika powinna dać nam prawidła, na których podstawie zbudować będziemy mogli taki układ brył, który pod działaniem danych sił pozostawać będzie w spoczynku.

Mechanice stawiamy przeto, jak zresztą i innym naukom, zadanie przewidywania zjawisk, które nastąpią przy pewnych danych

warunkach; nasuwa się przeto pytanie, na jakich podstawach buduje ona prawidła swego postępowania i skąd czerpie tę moc przepowiadania?

Na to pytanie odpowiemy krótko: Mechanika opiera swoje prawidła przewidywania na spostrzeżeniach poprzednio uczynionych.

*Metody badań.* Nie należy jednakże z tego wnioskować, że przedmiotem mechaniki jest gromadzenie bezmiernej liczby spostrzeżeń, ażeby następnie odnajdywać w tym zbiorze poszczególne zjawiska, którymi się interesujemy i których przebieg chcemy przewidzieć. Metoda taka oczywiście nie byłaby praktyczna.

Metodę takiego postępowania stosują ludzie, którzy nie chcą lub nie umieją wnieść do swych spostrzeżeń szczypty myślenia.

Istnieją nawet jeszcze ludy, którym wszystkie otaczające ich zjawiska przedstawiają się chaotycznie; wszystkie spostrzeżenia stanowią dla nich zbiór oddzielnych zdarzeń bez wzajemnego związku.



W początkach rozwoju każdej nauki widzimy podobny zbiór oddzielnych spostrzeżeń; umysł jednakże ludzki, obdarzony zdolnością kojarzenia podobnych do siebie wrażeń i zdolnością abstrahowania, odnajduje w tym bezmiernym zbiorze przypadkowych zdarzeń pewne wspólne im właściwości; spostrzega, że pojawienie się pewnych właściwości jest uwarunkowane pojawieniem się innych właściwości i w ten sposób dochodzi do pewnych praw, które obejmują bezmierne liczby zjawisk; zrozumiałem się przeto staję, że takie postępowanie niepomernie ułatwia zapamiętywanie spostrzeżonych zjawisk. Prawa takie, które odnoszą się do szerszego obszaru zjawisk, nazywamy prawami przyrody.

Znalazłszy dla przebiegu różnych zjawisk odpowiednie prawa, według których odbywa się ten przebieg, dochodzimy drogą uogólnień do najwyższego prawa, że wszystkie zjawiska nas otaczające podlegają pewnym ściśle określonym prawom, że posiadają swoje przyczyny i skutki; —to naj-



ogólniejsze prawo nazywa się prawem przyczynowości.

Pojmowanie przeto naukowe zjawisk polega na sprowadzeniu ich do pewnych przyczyn. Odkrycie tego ogólnego prawa, że zjawiska nas otaczające są ściśle z sobą związane, że od siebie zależą, że podlegają ściśle określonym prawom, t. j. że wszelkie zjawiska podlegają prawu przyczynowości, datuje się od chwili pierwszych przejawów myśli ludzkiej; pomimo tego badacze nie uświadamiali sobie dostatecznie doniosłości tego odkrycia, dopiero bowiem od czasów Newtona, a szczególnie dopiero w ostatnich stu latach odkrycie to przenikło umysły badaczy i stało się świadomą i powszechną metodą badania wszelkich zjawisk; metodę tę nazwiemy doświadczalną.

Jednocześnie jednakże, z powstaniem i utrwaleniem się metody doświadczalnej, powstawały i były stosowane inne metody badania przyrody. Metody te opierały się na nieuzasadnionem przeświadczeniu, że umysł nasz jest tak przystosowany do ota-

czającego nas świata, że drogą samego myślenia dojść może do znajomości praw rządzących zjawiskami przyrody.

Historja nauk fizycznych jest jednym obrazem walk tych dwu metod: metody doświadczalnej i metod, które nazywano bądź metafizycznymi, bądź metodami czystego myślenia.

Metody jednakże metafizyczne wogóle nie dały bezpośrednio żadnych wyników, któreby zbogaciły znajomość zjawisk przyrody, okazały się przeto zupełnie nieprzydatnymi.

Te dwa rodzaje metod badania zjawisk przeplatają się przez całe wieki dociekań ludzkich, i historja nauk wskazuje, że tylko drogą spostrzeżeń i uogólnień tych spostrzeżeń dojść można do pewnych praw, na których podstawie orzec można o mogących zajść zjawiskach i na których podstawie przewidywać można przyszłe zjawiska.

Powiada przysłowie, że „niema tego złego, któreby na dobro nie wyszło“; tak też powstanie i upadek metod metafizycz-

nych lub opartych na samem myśleniu, miały tę dobrą stronę, iż doprowadziły badaczy do przeświadczenia, że nie rzeczywistość należy wyprowadzać z myślenia, lecz odwrotnie, należy sposoby naszego myślenia przystosowywać do rzeczywistości. Upadek tych metod wskazał badaczom, że należy uważać za prawidłowe tylko te sposoby naszego myślenia, które doprowadzają do wniosków, zgodnych z rzeczywistością. Arystoteles już powiedział: „że obserwacja natury jest najpewniejszą szkołą dla myśliciela; teoria o tyle tylko zasługuje na uznanie, o ile wyniki jej zgadzają się z rzeczywistością“. Przeto uznał on, że rzeczywistość jest probierzem ostatecznym dla metod naszego myślenia; że nie umysł nasz dyktuje prawa przyrodzie, lecz odwrotnie, przyroda wskazuje drogi, jakimi myśl nasza powinna postępować, ażeby dojść do wyników użytecznych. Jakże zgodne jest to pojmowanie z pojmowaniem, które doznało uznania dopiero po upływie przeszło dwóch tysięcy lat.

Ażeby więc korzystać z posiadanego

przez nas organu myślenia, powinniśmy go odpowiednio kształcić; powinniśmy go tak ćwiczyć w prawidłowym myśleniu, jak ćwiczą ludzie swe mięśnie, ażeby mózg z nich korzystać; tą gimnastyką umysłową jest studjowanie nauk ścisłych.

Zadaniem więc nauczania wogóle jest nie tylko udzielanie pewnej sumy wiadomości, lecz, co ważniejsza, przyzwyczajanie naszego umysłu do takiego sposobu myślenia, któryby doprowadzał do wyników, zgodnych z rzeczywistością. Naukami takimi jest przede wszystkim matematyka i nauki fizyko-matematyczne, do których zalicza się mechanika.

Zarzuty więc spotykane często ze strony uczących się „na co to się może przydać“, są bezpodstawne; może być, a nawet tak bywa, że nie z jednej wiadomości jako takiej, nie będziemy korzystali, lecz, otrzymując ją, uczymy się sposobu prawidłowego myślenia; uczymy się metody, która jest narzędziem do zdobywania innych bezpośrednio potrzebnych wiadomości, — jest podstawą do twórczości naukowej.

W historii rozwoju nauk przyrodniczych metoda doświadczalna była rozwijana do końca wieku XIX przeważnie przez badaczy angielskich i francuskich, metoda zaś samego myślenia została rozwinięta przez badaczy niemieckich; dziś pozostała tylko jedna metoda, którą nazwaliśmy doświadczalną, t. j. metoda bezpośrednich badań zjawisk i ich uogólnień.

*Zależność właściwości.* Wyszukiwanie w danym zjawisku właściwości, które już były nam znane w innym zjawisku, nazywamy zwykle poszukiwaniem przyczyn danego zjawiska, a te właściwości nazywamy jego przyczynami. Powtórzę znów z Arystotelesem: „Wyjaśnimy zjawisko, gdy wskażemy na jego przyczynę“. Powiadamy np., że przyczyną spadania kamienia, puszczonego swobodnie, jest bezwładność materji i przyciąganie, jakie wywiera kula ziemską na dany kamień. Skąd jednakże przysłiśmy do takiego wyjaśnienia danego zjawiska? dlaczegoż te właściwości mają być przyczynami tego ruchu? Otóż dlatego, że

temi właściwościami wytłomaczymy sobie również, dlaczego księżyc krąży koło ziemi, a nie spada na nią lub nie biegnie w przestrzeń, pomijając kulę ziemską; dlatego, że tą samą przyczyną wytłomaczymy ruchy wszystkich planet naszego układu niebieskiego; że tą samą przyczyną wytłomaczymy przypływy i odpływy oceanów i wiele innych zjawisk; dlatego wreszcie, że np. właściwość bezwładności materji znajdziemy wogóle we wszystkich zjawiskach ruchu brył materjalnych, i że nie tylko wytłomaczymy dane zjawiska ruchu temi właściwościami, lecz nawet obliczymy ich przebieg z taką ścisłością, że wyniki tych obliczeń będą zupełnie zgodne z ruchami, zachodzącymi w rzeczywistości.

Podziwiać należy umysł genjuszów, którzy w tak różnorodnych zjawiskach jak w spadaniu ciał na kulę ziemską i w ruchu planet, w ruchu maszyn i t. p. odnaleźli wspólne właściwości. Galileusz np. (około r. 1638) obserwował i mierzył ruchy, zachodzące podczas spadania brył ciężkich, i doszedł do pewnych wyników doświad-

czalnych; Keppler (około r. 1615) obserwował ruchy planet i doszedł również do pewnych wyników doświadczalnych; Newton zaś (około r. 1686), zestawivszy te i inne wyniki badań ruchów, odnalazł wspólne tym ruchom właściwości i zależności między temi właściwościami, które nazywamy dziś prawami zasadniczymi mechaniki, i temi samemi właściwościami wytłomaczymy wszystkie ruchy i na podstawie tych praw obliczymy tak ruchy, zachodzące na powierzchni kuli ziemskiej jak i ruchy w nieograniczonych przestworzach niebieskich, a przytem tak ruchy ciał stałych jak płynnych lub gazowych. Przez wyjaśnienie więc pewnego zjawiska rozumieć należy odnalezienie w niem takich właściwości, które występują już w innych znanych nam zjawiskach.

*Względność naszych poznań.* Takie-mu sposobowi tłumaczenia zjawisk można zrobić zarzut, iż jest to wyrażanie jednej niewiadomej drogą niewiadomą, a nie odkrywanie tej niewiadomej. Otóż tak jest i to zachodzi we wszystkich naukach! Po-



znajemy bowiem wszystkie przedmioty, wszystkie właściwości z ich wzajemnych stosunków. Nie znamy bowiem żadnej właściwości bezwzględnej, żadnej bezwzględnej jednostki. Dany przedmiot może być np. wielki tylko w porównaniu z innym przedmiotem, a może być małym w porównaniu znów z innym i t. d.; to samo można powiedzieć np. o twardości lub miękkości pewnego przedmiotu, lub też o innych jego właściwościach. Jak w matematyce określamy miarę jako wynik porównania danej wielkości z częścią tejże wielkości, tak też i w naukach fizycznych wyjaśniamy dane właściwości takimiż właściwościami, występującymi w innych zjawiskach, znanych nam już skądinąd. Poznanie więc nasze jest względne, a więc i tłumaczenie zachodzących zjawisk może być także tylko względne.

Czem jednakże są te ostateczne właściwości, do których dojdziemy tą drogą? Na takie pytanie nauka odpowiedzi nie daje, gdyż, jak praktyka naukowa wskazuje, poszukiwania i rozmyślenia w tym kierunku okazały się bezowocnymi i takimi pozostają.

staną. Przyjmujemy więc te ostateczne właściwości, ostateczne prawa jako takie, godzimy się z nimi, przyzwyczajamy się do nich i po pewnym czasie uważamy je nawet za zupełnie słuszne i oczywiste, nie potrzebujące wyjaśnień. W postępowaniu takim staramy się tylko, ażeby tych ostatecznych niewiadomych, tych ostatecznych praw, ostatecznych przyczyn posiadał dany dział zjawisk jak najmniej. Poznamy przyrodę, powiada w połowie zeszłego wieku filozof angielski J. St. Mill „gdy zdołamy zamknąć w dwóch lub trzech prawach nieprzebraną ilość jej zjawisk“; to znaczy, że dalej nasza wiedza nie sięga i sięgać nie powinna.

Zauważyć przytem należy, że jeżeli przyznamy naszym poznaniom względność, to pytania tego rodzaju jak np. co to jest bezwładność, ciepło, elektryczność, siła i t. p. stoją w sprzeczności z zasadą względności; gdyż moglibyśmy się pytać tylko, w jakim stosunku stoją te właściwości do innych właściwości fizycznych i tylko na takie za pytanie moglibyśmy otrzymać odpowiedź.

Wielu jednak badaczy, którzy nawet przyznają zasadę względności wiedzy naszej, nie mogą uwolnić się od pojęcia bezwzględności i głośnią się nad odpowiedzią na podobnie postawione pytania.

Zdawałoby się, że zasada względności naszych poznań i ścisła metoda badań przyrody obniży poziom ducha badawczego; że zmniejszy polot umysłu ludzkiego; odbiera mu bowiem nadzieję zdobycia tak zwanych prawd bezwzględnych i wskazuje nawet, że taki cel nie tylko jest nie do osiągnięcia, lecz że jest on nieokreślony, — jest nie naukowy. Tak jednak nie jest, stało się nawet przeciwnie: umysł ludzki przez tę metodę badania zjawisk otrzymał drogę postępowania jasną i ściśle wytkniętą, którą dojść może i dochodzi szybkim krokiem do znajomości praw rządzących zjawiskami, ażeby je ujarzmić i podesłać pod nogi potężne ducha ludzkiego.

*Prawa zasadnicze mechaniki.* Jeżeli więc np. w fantazyjnym ruchu bąka, w ruchu planet, aeroplanów, maszyn, wagonów

o jednej szynie, w zjawisku wytrzymałości lub niewytrzymałości mostów, murów oporowych, sklepień i t. p. znajdziemy wspólne tym ruchom, tym stanom właściwości, to właściwości takie, odpowiednio sformułowane, nazwiemy prawami zasadniczymi wszystkich tych zjawisk, lub też nazwiemy je postulatami lub pewnikami danego działu wiedzy, jak w danym razie — mechaniki. Dla zjawisk ruchu lub spoczynku prawa takie sformułował na podstawie prac własnych i swych poprzedników przyrodnik i filozof angielski Isaac Newton i ogłosił je w r. 1686. Praw tych podał on trzy, są nimi: prawo bezwładności, prawo niezależności (superpozycji) ruchów i prawo wzajemnego działania. Ponieważ prawa te są niezbędne do wyjaśnienia wszystkich zjawisk ruchu i spoczynku, możemy więc powiedzieć, że te trzy prawa rządzą wszystkimi zjawiskami ruchu lub spoczynku.

*Prawa szczególne.* Oprócz tych praw zasadniczych, występujących we wszystkich zjawiskach ruchu, każdy obszar zjawisk mo-

że mieć swe prawa szczególne, odnoszące się do tego obszaru. Chcąc np. obliczyć ruch maszyny, powinniśmy znać oprócz praw zasadniczych, jeszcze prawo fizyczne czynnika, wywołującego dany ruch; należy znać prawo fizyczne ciśnienia pary gazów lub płynów, które wywołują dany ruch; a to dopiero prawo łącznie z prawami zasadniczymi mechaniki pozwolą obliczyć ruch takiej maszyny.

*Wielkości.* Odkrycie jednakże praw fizycznych i ich sformułowanie nie jest jeszcze wystarczające do przepowiadania zjawisk, do orzeczenia o przebiegu danego zjawiska; należy jeszcze ująć te prawa w formę matematyczną i w tym celu należy przedewszystkiem ustalić, które właściwości z danego zjawiska podlegają pomiarom i jak je mierzyć; następnie należy szukać związków funkcjonalnych pomiędzy temi wielkościami, a znalazłszy takie związki, można będzie nie tylko jakościowo wytłómaczyć dane zjawiska, lecz i obliczyć ich przebieg; a wreszcie sprawdzenie tych przewidywań

z zachodzącymi w rzeczywistości zjawiskami upewni nas o celowym wyborze tych praw.

W dziedzinie zjawisk ruchu właściwościami, które podlegają pomiarom, są długość, czas i masa, wielkościami temi możemy bezpośrednio określić każdy ruch. Gdy długość i czas określają ruch z formalnej jego strony, z geometrycznej strony, pojęcie masy wyraża fizyczną właściwość ruchu materji, którą to właściwość nazwano bezwładnością. Jeżeli te trzy wielkości oznaczymy symbolicznie literami  $L$ ,  $T$  i  $M$ , to każde zjawisko ruchu brył materjalnych wyrazić można funkcją z tych wielkości, t. j. wyrazem matematycznym  $f(L, T, M) = 0$ . Ponieważ wielkości te nie dają się wyrazić innemi wielkościami, nazywać więc je będziemy zasadniczemi, i damy im w mechanice miejsce obok praw zasadniczych.

Dla ułatwienia rozpatrywań stosujemy w mechanice wielkości te nie bezpośrednio, lecz pośrednio, jako pewne ich funkcjonalne związki, które są albo miarą zmienności ruchu, jak np. prędkość, przyspieszenie, lub też są mniej lub więcej wyrazem naszego pojmo-

wania wrażeniowego zjawisk, jak — siła, energja, praca i t. p.

*Ekonomja myślenia.* Sprowadzenie niezliczonych pod względem różnorodności zjawisk ruchu lub spoczynku do trzech wielkości i do trzech praw fizycznych, jest wynikiem naszej bezwiednej dążności ulżenia umysłowi naszemu w obejmowaniu tak niezliczonej ilości szczegółów, jaka się spotyka w świecie nas otaczającym; jest to chęć opanowania umysłem tej niezliczonej różnorodności zjawisk, które nas otaczają, ażeby mózdz następnie kierować temi zjawiskami odpowiednio do naszych życzeń i potrzeb.

Nauka więc wogóle ma na celu zaoszczędzenie nam trudu, czasu i kosztów robienia prób i doświadczeń; inni już bowiem za nas to uczynili i oddali nam swe doświadczenie do użytku; naszym obowiązkiem pozostaje dane zadania rozszerzyć, ulepszyć ich sposoby rozwiązania i w ten sposób oddać zaciągnięty dług swym następcom.

Czyżby cały dzisiejszy przemysł doszedł

do takich rozmiarów, w jakim go dziś widzimy, gdyby nie prace naukowe szeregu pokoleń; czybyśmy ośmielili się projektować mosty do 1000 *m* rozpiętości; lub — wieże, dochodzące do wysokości 500 *m*; lub domy mieszkalne o wysokości 250 *m*. Nauka daje nam te metody obliczania, daje to doświadczenie, które pozwala nam projektować lub sprawdzać przedstawione projekty; nauka to daje, gdyż jest ona zbiorem doświadczeń w postaci zasad ogólnych, ogólnych praw.

*Podział mechaniki.* Na podstawie materiału naukowego, jakim rozporządza mechanika, podzielić ją można na dział formalny i na dział dynamiczny, inaczej kinetyczny.

Dział formalny rozpada się na kinematykę, w której omawiane są ruchy bez względu na ich przyczyny i pochodzenie; podział ten rozpatruje związki matematyczne pomiędzy długością i czasem, t. j. pomiędzy wielkościami *L* i *T*; — i na t. zw. geometrię mas, w której rozpatruje się rozmiesz-



czenie masy w przestrzeni; dział ten podaje związki pomiędzy wielkościami  $L$  i  $M$ . Ten cały dział mechaniki formalnej nie stosuje do swych rozpatrywań żadnych praw fizycznych i jest właściwie tylko nauką pomocniczą do drugiego działu mechaniki, obejmującego dynamikę i statykę, którego podstawą są omówione prawa zasadnicze mechaniki.

W obydwóch działach matematyka odgrywa z jednej strony rolę narzędzia, zapomością którego dodajemy, mnożymy, dzielimy i całkujemy wielkości  $L$ ,  $T$  i  $M$  lub ich związki funkcjonalne; z drugiej strony daje nam możliwość wyrażania swymi wzorami, za pośrednictwem umówionych spórzędnych — obrazu ruchów, jakie zachodzą w danych warunkach fizycznych; jak również daje możliwość odtwarzania z tych wzorów obrazów ruchów, jakie zachodzą w rzeczywistości przy danych warunkach.

Takie są podstawy dzisiejszej mechaniki i takie są jej narzędzia pracy; mając więc to na uwadze, zaliczamy mechanikę do nauk fizyko-matematycznych.

*Rozwój historyczny podstaw mechaniki.*  
Przyswojenie przez badaczyw podanej tutaj metody badania ruchów, jak również zdobyćie pojęć i praw zasadniczych mechaniki nie odrazu zostały dokonane przez umysł ludzki, blisko bowiem dwadzieścia wieków minęło od powstania pierwszych zaczątków mechaniki, do chwili w której opisana metoda badań okazała się pożyteczną i skuteczną.

Mechanika jako nauka wyprowadza swe początki od starożytnych ludów, gdzie powstała na tle potrzeb życia praktycznego; sztuka bowiem budowlana, rozwinięta u asyryjczyków i greków, wymagała wielu przyrządów do przenoszenia ciężarów, a potrzeba odruchowa robotników zaoszczędzenia sobie pracy skłoniła ich do instynktownego wynajdywania i stosowania różnych przyrządów pomocniczych. Pomysły te pozostałyby w ciasnym zakresie zastosowań, gdyby ludzie, szerzej ujmujący każde zdalenie, nie zainteresowali się nimi i nie stworzyli odpowiednich teorii.

Arystoteles (około r. 350 przed Chr.) sformułował wiele zagadnień, które dziś

odnieśliśmy do mechaniki, a w szczególności do jednego jej działu — do statyki. Patrząc np. na pracę robotników przy przenoszeniu ciężarów, powiada on: „Dziwnem jest, że małe siły mogą przewyższać tak wielkie ciężary.“ W wypowiedzeniu tem mieści się zadanie dzisiejszej statyki; dziś bowiem wypowiedzielibyśmy to zadanie nieco inaczej tylko pod względem formalnym, a mianowicie: — jakim warunkom powinny odpowiadać siły, przyłożone do pewnej bryły materialnej, ażeby pozostawały w równowadze.

Chociaż na postawione przez siebie pytanie Arystoteles nie dał odpowiedzi, lecz ma on w tym razie tę zasługę naukową, że prawidłowo sformułował zadanie, co dla nauki jest bardzo ważną okolicznością; prawidłowe bowiem postawienie zadania przyczynia się znacznie do jego rozwiązania. I rzeczywiście, chociaż rozwiązanie to kazało czekać na siebie blisko wiek cały, rozwiązał je jednakże z powodzeniem Archimedes, dając zarazem ogólną teorię dźwigni. Archimedes (ok. r. 250 przed Chr.) może być

uważany za założyciela statyki i za pierwszego inżyniera w dzisiejszym znaczeniu, gdyż, opierając się na stworzonych przez siebie teoriach, obliczał i budował mechanizmy, które służyły do podnoszenia znacznych ciężarów i którymi pracował stosując je do różnych celów.

Tak dobrze rozpoczęta nauka statyki jako działu mechaniki, doznała jednakże zastoju na przeciąg przeszło półtora tysiąca lat. Dopiero bowiem w wieku XVI we Włoszech powstało zainteresowanie się temi badaniami, które ujawniło się wydaniem dzieł Archimedesesa i innych greckich uczonych, traktujących zagadnienia mechaniki.

W badaniach uczonych tego wieku przeważają jeszcze zagadnienia ze statyki, lecz i zjawiska ruchu zaczynają zwracać na siebie uwagę; okres ten nazwiemy też okresem statyki. Poczem następuje 2-gi okres; okres zdobywania fizycznych praw mechaniki, który się rozpoczyna w XVII w. W tym bowiem wieku powstają teorie, które są stosowane w mechanice po dzień dzisiejszy. Spostrzeżenia Kepplera, Galileusza i ich

poprzedników, ujęte w formę ścisłą, pozwoliły Newtonowi sformułować prawa zasadnicze, które rządzą wszystkimi zjawiskami ruchu i spoczynku.

Okres ten rozpoczyna Galileusz (ok. r. 1638) badaniem ruchów spadania brył materialnych ciężkich; po licznych próbach i niepowodzeniach, doszedł on wreszcie drogą doświadczeń do prawa, według którego prędkości swobodnie puszczonego ciała są proporcjonalne do czasu. Określenie jednakże ruchu bryły, wyrzuconej w przestrzeń pod pewnym kątem, sprawiło mu szczególne trudności, nie zdawał on bowiem sobie jeszcze sprawy z prawa bezwładności i z prawa (dodawania) niezależności ruchów; praca jednakże w tym kierunku doprowadziła go do odkrycia tego prawa tak, iż zadanie dane z powodzeniem rozwiązał, dając przytem zarys dwóch praw zasadniczych mechaniki: prawa bezwładności i prawa niezależności ruchów.

Oprócz tych bezpośrednich zdobyczy dla mechaniki, jakie dał Galileusz, wskazał on wogóle naukom fizycznym metodę badań,

odrzuć bowiem w swych badaniach wszelkie teorie, nie oparte na spostrzeżeniach, a zwracał uwagę jedynie na doświadczenia, z których czerpał swe wiadomości, w których wyszukiwał wspólnych różnym zjawiskom właściwości, i jako próbież wszelkich teorii postawił zgodność ich wyników z doświadczeniem t. j. wskazał metodę postępowania naukowego, o której mówiliśmy na początku tego wykładu.

Następca jego w pracach naukowych Newton uzupełnił zdobyte przez niego prawa, a odkrywając trzecie prawo zasadnicze mechaniki — prawo wzajemnego działania i ściśle formułując powyższe dwa prawa, stawia mechanikę na tym poziomie, na jakim ona pod tym względem znajduje się do dzisiaj.

Chociaż prawa Galileusza i Newtona wystarczają do wyjaśnienia i obliczenia wszystkich zadań mechaniki, umysł nasz jednakże, dążąc do ułatwień pracy myślenia, stara się utworzyć pewne uogólnienia i pewne prawa, któreby obejmowały całe grupy ściśle określonych zjawisk; takie pra-

widła nazywają się twierdzeniami. W tym kierunku matematyka znalazła pole do szerokich zastosowań swych metod, i ten kierunek jest charakterystyką 3-go okresu rozwoju mechaniki, który nazwiemy okresem dedukcyjnym. Powstają też w tym okresie liczne twierdzenia o ruchach, oparte na prawach Newtona. Twierdzenia te, ujęte następnie przez Lagrange'a w równania algebraiczne, sprowadzają obliczenia i badania ruchów do wykonania wskazanych temi równaniami działań matematycznych; w ten sposób rozwiązywanie zadań mechaniki sprowadziło się do podstawień w równania ogólne wartości szczególnych danego zadania i do obliczenia niewiadomych.

Wskutek takiego postępowania metoda rozpatrywania fizycznego przebiegu danego zjawiska została zaniedbana; obrazy fizyczne zachodzących zjawisk ruchu zostały przez tę metodę odsunięte na plan drugi, a badanie ruchów sprowadziło się do podstawień odpowiednich wielkości i obliczeń danych wzorów matematycznych. Dążność uczonych tego okresu sformułowania matematycznego

praw mechaniki i ujęcia twierdzeń w formę matematyczną była tak wielka, że nie stosują oni do swych badań ani rozumowań geometrycznych, ani fizycznych, lecz tylko działania algebraiczne, które ujmują w postępowanie jednolite — szablonowe.

Metoda takiego postępowania stała się podobną do pracy we młynie, do którego wysypuje się ziarno w postaci danych, dostarczonych przez poszczególne zadania, a który oddaje zmieloną mąkę w postaci odpowiedzi algebraicznych lub liczebnych, zgodnych oczywiście z wynikami doświadczeń. Co się jednakże w tym młynie dzieje, od chwili wsypania ziarna, aż do chwili otrzymania wyniku, matematyk tego nie widzi i nie interesuje go to; uwaga jego bowiem jest skupiona tylko na to, ażeby młyn ten prawidłowo pracował, t. j. ażeby wszystkie działania matematyczne, wskazane przez dany wzór, były prawidłowo wykonane.

Lecz dla fizyków, inżynierów i wogóle dla umysłów intuicyjnych, które szukają obrazów zachodzących przemian; dla umy-



słów, które chcą widzieć szczegóły przebiegu danego zjawiska, metoda analityczna badań ruchów i stanów spoczynku, pomimo swej ścisłości i ogólności, nie jest wystarczająca. Nastąpiła też pewna reakcja przeciw metodzie analitycznej i występuje na widownię naukową szereg badaczy, którzy wprowadzają do swych badań czynnik naczości; tym czynnikiem są sposoby geometryczne, które obrazują przebieg danych zjawisk, oraz metody fizykalne, któremi oświetlają bezpośrednio zachodzące przemiany w danym zjawisku ze stanowiska praw Newtonowskich. Metoda ta, którą nazywają również syntetyczną, jest niezbędną przedewszystkiem dla każdego inżyniera, który powinien jasno i świadomie pojmować rozpatrywane przez siebie zjawiska ruchu lub spoczynku, jeżeli chce opanować je swym umysłem i wyzyskać do zamierzonych celów.

Ta zmiana kierunku badania zjawisk ruchu bynajmniej nie zmniejszyła doniosłości metody analitycznej Lagrange'a; metoda ta pozostała też nadal pod-

stawą i źródłem rozwiązywania zagadnień mechaniki.

Mamy więc przed sobą rozwartą skarbnicę wiedzy ludzkiej, do której złożyli swe prace i myśli geniusze świata całego dla naszego użytku; z tej też skarbnicy czerpać będziemy nasze wiadomości z mechaniki, bądź w celu naukowym rozjaśnienia zagadnień inżynierskich, bądź w celu bezpośredniego ich stosowania do dzieł inżynierskich; — tych wyrazicieli siły umysłu ludzkiego.

*W Kwietniu 1916 r.*



leśny . 3/95

Ark. Sp. D32557/6/2003

