

Czy mechanika – to matematyka, czy fizyka

Prof. dr Iwo BIAŁYNICKI-BIRULA, członek korespondent PAN

Na to, by podać odpowiedź na pytanie postawione przez Profesora Bondera, trzeba najpierw ustalić, jaka jest właściwie różnica między matematyką i fizyką. Powszechnie uważa się, że te dwie gałęzie wiedzy różnią się zasadniczo między sobą.

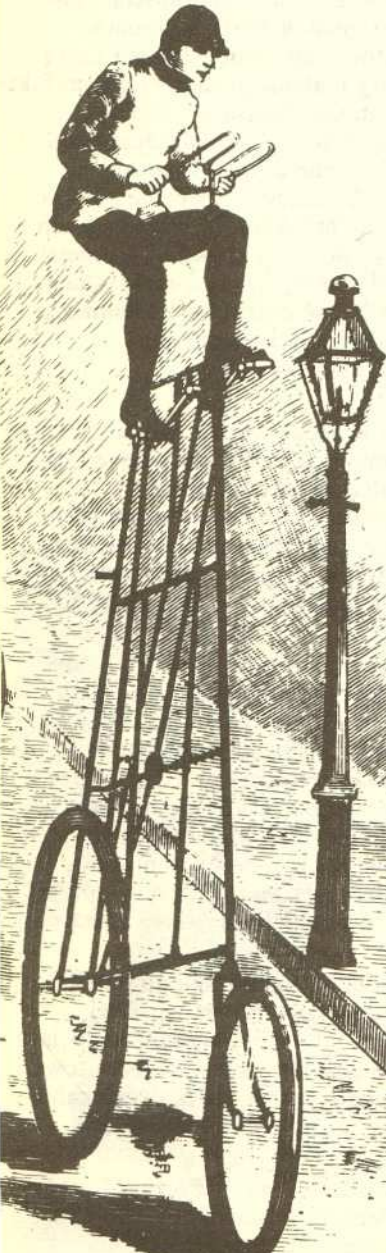
Wybitny fizyk polski Marian Smoluchowski (zmarły w czasie I wojny światowej) tak pisał na ten temat: „Matematyka interesują pewne zagadnienia, które umysł ludzki stwarza sobie jako takie. Fizyk zajmuje się światem zewnętrznym, fizycznym; owe zagadnienia tylko o tyle go obchodzą, o ile łączą się z jakimiś zagadnieniami fizycznymi. Fizyk zajmuje wobec matematyki stanowisko utylitarne. Matematyków dzisiejszych, jako smakoszy intelektualistycznych, takie subtelności i niezwykłości najbardziej interesują, jakich w normalnych zjawiskach fizycznych wcale nie napotykamy”.

Marianowi Smoluchowskiemu wtóruje współczesny fizyk amerykański, laureat nagrody Nobla, Richard Feynman: „Matematycy zajmują się jedynie strukturą rozumowania ... przygotowują oni abstrakcyjne rozumowania gotowe do użytku ... W fizyce natomiast musimy rozumieć związek słów z rzeczywistym światem”. Przeciwwstawienie fizyki matematyce budzi jednak moje poważne wątpliwości i nie jestem w tym odosobniony. Wielki myśliciel Starożytnej Grecji, Arystoteles pisał, że matematyka i fizyka opisują tę samą rzeczywistość, ale z innego punktu widzenia. Według Arystotelesa, matematyka traktuje o formach występujących w przyrodzie, ale formy te są badane w oderwaniu od przedmiotów materialnych. Fizyka natomiast zajmuje się obiektami materialnymi i nawet jeśli badania dotyczą form, są to zawsze formy związane z konkretnymi obiektami. Można więc powiedzieć, że zarówno matematyka jak i fizyka opisują rzeczywisty świat, a różnica między tymi naukami polega jedynie na tym, iż w matematyce wyższy jest stopień abstrakcji.

Historia rozwoju matematyki i fizyki w ciągu 23 stuleci, które upłynęły od czasów Arystotelesa, potwierdziła słuszność jego koncepcji. Dwa najbardziej podstawowe działy matematyki: analiza i geometria rozwinęły się w ścisłym powiązaniu z naukami przyrodniczymi; z jednej strony czerpiąc natchnienie z tych nauk, a z drugiej wywierając na nie ogromny wpływ. Natomiast próby zbudowania absolutnej matematyki, opartej wyłącznie na regułach logicznego rozumowania, nie powiodły się. Współczesny matematyk i logik Kurt Gödel wykazał, że w każdym dostatecznie złożonym systemie matematycznym opartym na aksjomatach można podać twierdzenia, o których nie można powiedzieć, czy są prawdziwe, czy fałszywe.

Wymienione fakty, moim zdaniem, wskazują wyraźnie na to, że matematyka jest jedną z nauk przyrodniczych, bardzo bliską fizyce. Granica między matematyką i fizyką jest zresztą niewyraźna, gdyż wiele działów fizyki teoretycznej też posługuje się bardzo abstrakcyjnymi modelami rzeczywistych obiektów.

Powróćmy jednak do cytatów z artykułów Smoluchowskiego i Feynmana. Czyżby uczeni ci całkowicie się mylili? Nie! W ich wypowiedziach jest spora doza prawdy. Rzecz w tym, że większość matematyków prowadzi działalność naukową bez zwracania uwagi na powiązania z rzeczywistością; nawet rozumianą bardzo abstrakcyjnie. Mimo to matematyka rozwija się doskonale, ale dzieje się to na zasadzie prób i błędów. Prób jest ogromnie dużo. Wybitny matematyk polskiego pochodzenia, pracujący w Stanach Zjednoczonych, Stanisław Ulam napisał przed paroma laty, że w ciągu roku publikuje się ponad 200 000 dowodów różnych twierdzeń matematycznych. Oczywiście tylko nieznaczna część tych wyników wejdzie na trwałe do matematyki, zaś pozostałe to są właśnie owe nieudane próby. Tylko te wyniki matematyczne mają nieprzemijającą wartość, które są jakimś odbiciem rzeczywistości, natomiast te zagadnienia, „które umysł ludzki stwarza sobie jako takie”, odgrywają jedynie rolę w doskonaleniu techniki matematycznej, nie wnosząc do samej matematyki nic istotnego. Podobną rolę w fizyce odgrywają niektóre modele (np. modele, w których przyjmuje się, że przestrzeń fizyczna ma 2 wymiary lub nawet 1 wymiar) służące do doskonalenia samych teorii fizycznych.



Odpowiedź na pytanie „Czy mechanika — to matematyka, czy fizyka” powinna, moim zdaniem, brzmieć: Mechanika jest zarówno działem matematyki, jak i działem fizyki, zależnie od tego, jak dalece została posunięta abstrakcja. Jeżeli przyjmujemy, że przedmiotem mechaniki jest badanie ruchu punktów materialnych, to otrzymamy dział matematyki. Jeżeli przyjmujemy, że przedmiotem mechaniki jest badanie ruchu rzeczywistych ciał, które w pewnych sytuacjach można reprezentować przez punkty materialne, to otrzymamy dział fizyki. Zgodnie z poglądami Arystotelesa, różnica polega wyłącznie na odmiennych punktach widzenia.

To co napisałem stosuje się nie tylko do mechaniki. Także inne działy fizyki teoretycznej można sformułować w sposób tak dalece abstrakcyjny, że stają się one działami matematyki. Uczyniono to w dużym stopniu w przypadkach mechaniki kwantowej, ogólnej teorii względności, mechaniki statystycznej i kwantowej teorii pola. Stale obserwujemy proces przesuwania się kolejnych działów fizyki „po drabinie abstrakcji” w stronę matematyki. Proces matematyzacji nie jest ograniczony wyłącznie do fizyki, ale obejmuje z wolna także inne nauki przyrodnicze. Przykładem z dziedziny biologii jest, stworzona przez francuskiego matematyka René Thoma, teoria przemian form w przyrodzie (znana także pod nazwą teorii katastrof). Teorię tę, podobnie jak mechanikę, można zaliczyć albo do matematyki, albo do biologii. Sądzę, że w przyszłości, podobnie jak w przeszłości, przenikanie bardziej zmatematyzowanych działów szczegółowych nauk przyrodniczych do matematyki odegra zasadniczą rolę w wyznaczeniu właściwych kierunków rozwoju tej podstawowej gałęzi wiedzy.

Dumając nad związkami matematyki z fizyką powinniśmy jednak pamiętać o tym co powiedział na ten temat największy poeta niemiecki Jan Wolfgang Goethe: „Matematycy podobni są Francuzom; cokolwiek im powiesz, tłumaczą na swój język i natychmiast staje się to czymś zupełnie innym”.



Zadania

Redaguje mgr Andrzej MAKOWSKI

Poniższe zadania są, być może, wielu Czytelnikom znane. Przypominamy je jako przykłady zastosowań mechaniki do matematyki.

M 139. Dany jest wielościan wypukły i punkt P wewnątrz niego. Niech P_s będzie rzutem prostokątnym punktu P na płaszczyznę zawierającą ścianę s . Udowodnić, że dla pewnej ściany s punkt P_s leży na s .

(Por. zadanie 8 z XXV Olimpiady Matematycznej.)

Rozwiązanie na str. 12

M 140. Udowodnić, że styczna do elipsy w dowolnym punkcie X tworzy równe kąty z odcinkami XO_1 i XO_2 , gdzie O_1 , O_2 są ogniskami elipsy.

Rozwiązanie na str. 12

M 141. Należy zbudować szkołę dla dzieci z trzech wiosek. W jednej z nich mieszka 50 dzieci, w drugiej — 70, w trzeciej — 90. Gdzie należy wznieść budynek szkolny, by suma odległości pokonywanych przez dzieci była najmniejsza?

(Por. H. Steinhaus, Kalejdoskop matematyczny).

Rozwiązanie na str. 9

Redaguje dr Waldemar GORZKOWSKI

F 47. Wyprowadzić wzór na moment bezwładności jednorodnej kuli o masie M i promieniu R względem osi przechodzącej przez środek, nie korzystając z rachunku różniczkowego ani z rachunku całkowego.

Rozwiązanie na str. 9

