

A po co w fizyce liczby zespolone?

Tomasz HOFMOKL

Zagadnieniu temu poświęcony jest artykuł Włodzimierza Ducha „Czym jest kognitywistyka” *Kognitywistyka i media w edukacji* nr 1(1998)7.

Od zarania dziejów ludzkość stara się zrozumieć otaczający świat. Być może ta dążność do zrozumienia jest jednym z ważniejszych wyróżników człowieka w stosunku do całego otaczającego go świata materii ożywionej. Co to znaczy zrozumieć? Zrozumienie to odwołanie się do pewnego modelu świata. Dla człowieka szukającego przyczyny choroby w ramach magicznego modelu świata zrozumienie oznacza odkrycie, kto rzucił urok na chorego. Dla człowieka szukającego wyjaśnień w ramach współczesnej medycyny zrozumienie choroby może oznaczać ustalenie rodzaju zakażenia. Ten prosty przykład pokazuje, jak istotny jest w każdym procesie poznawczym wybór modelu świata.

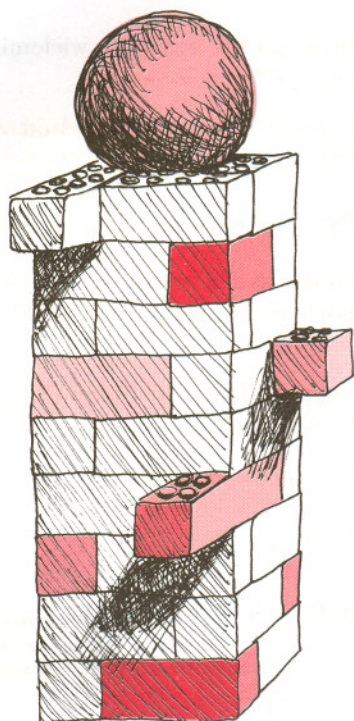
Wybór „modelu świata” ma lub powinien mieć również praktyczne znaczenie. Powinien umożliwiać analizę obserwowanych zjawisk, a w szczególności odwzorowywać w ramach przyjętego modelu przebieg rzeczywistych procesów. W takich ramach powinno być możliwe obliczenie wyników założonego procesu.

Spróbujmy obliczyć prawdopodobieństwo wysłania przez rozżarzoną do czerwoności podkowę w kuźni promieniowania podczerwonego o długości fali zawartej w zakresie $(\lambda, \lambda + \Delta\lambda)$. Przed takim problemem stanęli fizycy pod koniec XIX w. Problem dawał się rozwiązać klasycznie, ale cóż z tego, jeżeli jego przewidywania prowadziły do sprzeczności z wynikami doświadczeń. Podkowa, w modelu klasycznym, powinna emitować nieskończoną energię, co oczywiście nie miało i nie mogło mieć miejsca. Było to dobrze już dziś znane zagadnienie promieniowania ciała doskonale czarnego. Jego rozwiązanie przedstawił Max Planck na posiedzeniu Niemieckiego Towarzystwa Fizycznego w grudniu 1899 r. w Berlinie. Wynik był poprawny, ale Planck musiał zbudować nowy model emisji i pochłaniania promieniowania elektromagnetycznego zakładający, że emisja i pochłanianie przebiega porcjami – do fizyki wkroczyły kwanty, a wraz z nimi nowy sposób opisu zjawisk – mechanika kwantowa. Ona zaś nie przewiduje, co zdarzy się na pewno. Pozwala jedynie obliczyć prawdopodobieństwo zajścia określonego procesu, a więc musimy zmienić radykalnie nasze podejście do obliczania przewidywań teoretycznych. Musimy skorzystać z innego modelu rzeczywistości.

Gdy Redakcja *Delt*y poprosiła mnie o wyrażenie opinii o tym, jakie znaczenie mają w fizyce liczby zespolone, od razu nasunęło mi się znacznie szersze pytanie: jakie znaczenie ma dla fizyki matematyka? To, co teraz powiem, być może dla wielu osób zabrzmi jak herezja – jest to w każdym razie mój osobisty pogląd.

Skłaniam się do porównania matematyki do bardzo zaawansowanych klocków Lego™. Możemy z nich zbudować model, na przykład, domku i z pewną niewielką dokładnością wyciągać wnioski, czy konstrukcja rzeczywista będzie dobrze wyglądać, a nawet, czy ustawiona na zboczu góry będzie stabilna. Badania modelu mogą dostarczyć nam informacji o rzeczywistym zachowaniu się domu. Może w przypadku klocków Lego™ informacji tych nie będzie zbyt wiele i zbyt cennych, ale pokazuje to, że badanie modelu, o ile jest on dobrze dobrany, dostarcza informacji o rzeczywistym zachowaniu się obiektu. W mechanice kwantowej operujemy innymi pojęciami niż w mechanice klasycznej (newtonowskiej). Zderzenia dwóch cząstek elementarnych nie możemy przybliżyć za pomocą zderzenia dwóch kul bilardowych. Nie potrafilibyśmy bowiem odtworzyć bardzo wielu obserwowanych zjawisk. Aparat matematyczny użyteczny do opisu zderzenia kul bilardowych nie pasuje do opisu zderzeń cząstek elementarnych. Nasze „klocki lego” okazują się niewystarczające. Nie mamy narzędzia, które pozwoli określić poprawnie prawdopodobieństwo zajścia interesującego nas procesu. Musimy skorzystać z pojęcia funkcji falowej. Funkcja ta jest funkcją zespoloną i dopiero kwadrat jej modułu daje nam miarę prawdopodobieństwa procesu, który faktycznie funkcja ta opisuje.

Odpowiadając więc bardzo krótko na postawione w tytule pytanie, po co nam liczby i funkcje zespolone, możemy stwierdzić, że pozwalają na większą swobodę modelowania – są po prostu bardziej zaawansowaną wersją klocków Lego™. W wielu gałęziach fizyki, jak dotychczas, ten rodzaj klocków jest niezbędny.



Rozwiązanie zadania F 533.

Przy obliczaniu impedancji „zastępczej” stosujemy takie same reguły, jak przy obliczaniu oporu zastępczego. Impedancja Z_1 kondensatora i cewki połączonych równolegle jest dana wzorem

$$\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{L\omega i} + \frac{1}{C\omega i},$$

stąd

$$Z_1 = \frac{L\omega i}{1 - LC\omega^2}.$$

Impedancja całego obwodu wynosi więc

$$Z = R + \frac{L\omega i}{1 - LC\omega^2}.$$