

Magiczny Świat Chemii. Oscylacje 2.0

Czy chemik może zapomnieć o fizyce czy matematyce?

Wszystkie dziedziny wiedzy, w tym nauki ścisłe są bardzo mocno ze sobą powiązane. Oznacza to, że nie mogą obyć się bez pozostałych, dopełniających je we wspólnym dziele opisu otaczającego nas świata.

Oscylacje są jednym z takich zjawisk, które odnajdziemy w różnych naukach, i to nie tylko ścisłych, ale również i w sztuce. Przykładem jest drzeworyt zatytułowany Wielka fala w Kanagawie z widokiem na górę Fudzi; Hokusai, ok. 1831 r.

Oscylacje możemy inaczej nazwać drganiami, wahaniami. Są to procesy, w trakcie których wartości pewnych wielkości fizycznych na przemian rosną i maleją. Jako przykład takiego procesu możemy podać ruch wahadła. Jest on opisywany funkcją sinus. I właśnie funkcje trygonometryczne: sinus i cosinus są najbardziej typowymi przykładami funkcji, które opisują wahania (oscylacje). W chemii znanych jest wiele reakcji, w których reagenty, np. formy przejściowe między substratami produktami lub płynący prąd reakcji elektrodowej zmieniają się w sposób okresowy. Wyjaśnienie tak niezwyklej dynamiki wymaga opracowania odpowiednich mechanizmów reakcji chemicznych. Z oscylacyjnym przebiegiem reakcji często związana jest periodyczna zmiana barw, co ułatwia nam zaobserwowanie tego zjawiska. Przykładowymi, niezwykle efektownymi wizualnie przemianami tego typu są reakcje oscylacyjne Bielousowa-Żabotyńskiego czy Briggsa-Rauschera, a także „pulsujące ręcione serce”. Co bardzo ważne, reakcje takie nie są wyłącznie laboratoryjnymi procesami, lecz są rozpowszechnione w organizmach żywych. Stymulują one np. skurcze serca, okresowe zmiany potencjału na błonie komórek nerwowych. Piękne są również analogicznego pochodzenia struktury przestrzenne, przypominające wzory na skórze węży czy umaszczenie zebry. Można te zjawiska matematycznie modelować poprzez wyznaczenie i rozwiązywanie równań opisujących ich mechanizm (model Fielda-Körösa-Noyesa lub Oregonator), co jest domeną tzw. dynamiki nieliniowej. Co więcej, matematyczne ujęcie pozwala dostrzec uniwersalne, wspólne schematy zjawisk oscylacyjnych w zupełnie różnych, nie tylko chemicznych układach.

Mimo niezwykle efektownego przebiegu oscylacyjnych reakcji chemicznych i ogromnego w drugiej połowie XX wieku postępu w zrozumieniu mechanizmów tych procesów, wykazujących ścisłe korelacje z podstawami funkcjonowania żywych organizmów, zagadnienia nieliniowej dynamiki wciąż nie mogą znaleźć poczesnego miejsca w edukacji chemicznej, a w konsekwencji pozostają mało znane społeczności chemików na całym świecie. Nie zmieniła tego nawet Nagroda Nobla z chemii, przyznana w roku 1977 I. Prigogine'owi za “wkład do nierównowagowej termodynamiki, ze szczególnym uwzględnieniem teorii struktur dyssypatywnych”. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy może być interdyscyplinarność tych zagadnień, które wymagają pewnego opisu matematycznego i umiejętności numerycznego modelowania. Ponadto istotą dynamiki nieliniowej jest badanie układów, które na różne sposoby tracą stabilność, co stanowi domenę nieklasycznej kinetyki chemicznej.