

Obserwacje ruchu ciała dają nie tylko informacje o samym obiekcie, ale też o środowisku, w którym on się porusza. Gdy dodatkowo znane są mechanizmy rządzące ruchem, umożliwia to przewidywanie zachowania ciała w różnych sytuacjach. Pozwala to także na wnioskowanie o środowisku, w którym ciało się znajduje, projektowanie układów o porządanym zachowaniu, oraz tym samym na rozwój technologii.

Ta sytuacja dotyczy w szczególności ruchu niewielkich (dużo mniejszych niż średnica włosa) cząstek w wodzie. Taka cząstka (przyjmijmy, że jest to białko) ma dużo większe rozmiar niż molekula wody. Dodatkowo nieustannie bombardują ją otaczające cząsteczki wody. Ilość zderzeń w ciągu sekundy jest ogromna. Powoduje to bardzo skomplikowany i w praktyce nie możliwy do przewidzenia ruch białka.

Zdumiewające jest jednak to, że gdy poczekamy odpowiednio “długo”, czyli aż zajdzie odpowiednia liczba zderzeń oraz gdy cząstka wiele razy zmieni swoją prędkość, to właśnie z tego chaosu zderzeń wyłania się regularność. W praktyce, ruch cząstki w tej skali już nie posiada charakteru niutonowskiego, gdzie przyspieszenie, masa i siła wyznaczają jej położenie. W tych warunkach ruch ten nazywa się dyfuzją. Można go zaobserwować pod mikroskopem i wygląda on tak, jakby cząstka “trzęsła się” nieustannie.

Opis dyfuzji cząstek wprowadzili Albert Einstein i Marian Smoluchowski. W tym właśnie opisie wyłania się wymieniona wcześniej regularność z chaosu. Podstawową charakterystyką ruchu jest tzw. współczynnik dyfuzji cząstki. Jego prostota przejawia się w tym, że wyznaczyć go można jedynie na podstawie znajomości temperatury i lepkości otaczającego cząstkę płynu. Zatem wystarczy znajomość tylko dwóch wielkości fizycznych, aby opisać efekt miliardów zderzeń.

Jednakże od około 70 lat naukowców zaprzęta kolejny problem. Otóż w wielu płynach biologicznych zamiast jednego białka w wodzie, w jego otoczeniu znajduje się wiele innych białek lub większych, bardziej złożonych makro-molekuł. Stosując naiwnie w tej sytuacji wzór Einsteina, można pomylić się nawet o czynnik 10 000. Zatem pojawia się pytanie jak w tej sytuacji w prosty sposób opisać dyfuzję. Wiele prac naukowych opisujących to zjawisko dla różnych płynów złożonych, koncentruje się niestety tylko na konkretnym układzie.

Ale czy można w takich układach wprowadzić opis podobny do tego, który dany jest wzorem Einsteina? Czy współczynnik dyfuzji cząstki można wyrazić poprzez podstawowe parametry charakterystyczne dla otaczającego cząstkę płynu złożonego, zamiast sięgania do jego struktury?

Celem projektu jest odpowiedź na powyższe pytania. W szczególności jego głównym zadaniem jest pokazanie jak w praktyce - łącząc teorię i eksperyment - opisywać dyfuzję cząstek w płynach złożonych. Szczególną uwagę zajmą tu cząstki - fragmenty DNA oraz elastyczne polimery. Liczymy, że projekt dostarczy narzędzia do interpretacji eksperymentów w płynach przemysłowych takich jak roztwory polimerowe oraz w płynach biologicznych, np. we wnętrzu cytoplazmy komórkowej. Narzędzie to powinno ułatwić projektowanie płynów złożonych, a także identyfikację mechanizmów biologicznych w małej skali, które odpowiedzialne są za funkcje życiowe.

Projekt będzie realizowany we współpracy z profesorem Johnem F. Brady z California Institute of Technology oraz ze Stewartem A. Mallory z Pennsylvania State University w Stanach Zjednoczonych.

