

Chiralność jest pojęciem nierozłącznie związanym z symetrią, obiekt określany jest jako chiralny gdy jest nienakładalny na swoje odbicie lustrzane. Jest ona powszechnie obecna w przyrodzie, zarówno na poziomie molekularnym (większość biologicznie aktywnych molekuł jest chiralna), jak i na poziomie makroskopowym (np. spiralnie zwinięte muszle). Chiralność intryguje naukowców od czasów słynnego eksperymentu L. Pasteura, w którym pokazał on, że podczas krystalizacji mieszaniny zawierającej molekuły kwasu winowego, które były względem siebie odbiciami lustrzanymi czyli enancjomerami, następuje spontaniczne złamanie symetrii - powstają enancjomorficzne kryształy zbudowane tylko z jednego typu enancjomerów. Pasteur był też pierwszym, który zauważył to, co dziś uważa się za fakt dobrze udokumentowany – że oddziaływania biologicznie aktywnych molekuł są silnie selektywne ze względu na ich chiralność. Molekuły o tej samej i o przeciwnej chiralności oddziałują z różną energią, co w połączeniu z kierunkowością oddziaływań molekularnych w kryształach może prowadzić do spontanicznego łamania symetrii lustrzanej, zaobserwowanego przez L. Pasteura. W cieczach, ze względu na brak uporządkowania orientacyjnego i translacyjnego molekuł, efekt dyskryminacji chiralnej powinien być pomijalnie mały. Dużym zaskoczeniem było więc odkrycie kilka lat temu efektu spontanicznego łamania symetrii lustrzanej w ciekłych kryształach i, wkrótce później, w cieczach zbudowanych z niechiralnych molekuł. Odkrycie to pokazało, że chiralność molekularna nie jest warunkiem niezbędnym przy powstawaniu chiralnych faz nieuporządkowanych lub słabo uporządkowanych.

Głównym celem projektu jest zrozumienie mechanizmów odpowiedzialnych za tworzenie faz/struktur chiralnych w materii miękkiej (ciecze, ciekłe kryształy) zbudowanej z niechiralnych molekuł, w wyniku słabych oddziaływań niekowalencyjnych. Jest to ważne, gdyż większość procesów biologicznych zachodzi w fazach ciekłych. Badane będą dwie podstawowe hipotezy, według których tworzenie chiralnych struktur z niechiralnych obiektów jest wynikiem: segregacji przestrzennej i stabilizacji czasowej chiralnych konformerów niechiralnych molekuł; lub tworzenia lokalnych, strukturalnie chiralnych nanoagregatów (np. fragmentów warstw molekularnych lub kolumn o niskiej symetrii). Chiralne struktury zbudowane z niechiralnych molekuł wykorzystane będą jako elementy sensorów chiralności molekularnej (np. śladowych ilości molekuł biologicznych) oraz w urządzeniach elektrooptycznych/optoelektronicznych (diody, tranzystory organiczne). W ramach projektu badane będą także procesy transferu chiralności, od poziomu molekularnego poprzez poziom struktury fazy do poziomu makroskopowej morfologii obiektów, oraz chirogenezy czyli indukowania stanów homochiralnych.