

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Jednym z wyzwań współczesnej fizyki faz skondensowanych jest zrozumienie zależności pomiędzy makroskopowymi własnościami materii miękkiej a jej budową mikroskopową. Od kilkudziesięciu lat wiodące ośrodki naukowe na świecie prowadzą badania fenomenu przechłodzenia materiałów takich jak ciecze czy polimery do stanu szklanego i zmian własności fizykochemicznych. Jednym z niezwykłych zjawisk jakie towarzyszą przejściu szklanemu jest gwałtowny wzrost lepkości substancji nawet o kilkanaście rzędów wielkości. **Wyjaśnienie zjawiska przejścia szklanego** jest ważne zarówno z punktu widzenia badań fundamentalnych, jak i ze względu na jego duże znaczenie dla inżynierii materiałowej, przemysłu farmaceutycznego i spożywczego. Dla praktycznego wykorzystania wielu materiałów ważne jest uniknięcie ich krystalizacji. Przykładowo amorficzne postacie leków są lepiej przyswajane przez organizm niż w postaci krystalicznej. Jednym ze sposobów wpływu na diagram fazowy jest **umieszczenie substancji w ograniczającej geometrii przestrzennej o nanometrycznych rozmiarach**.

W ramach niniejszego projektu planowane są badania własności dynamicznych oraz termodynamicznych różnych układów molekularnych tj. **cieczy, ciekłych kryształów oraz polimerów w ośrodkach porowatych**. Zastosowanie kombinacji spektroskopii dielektrycznej oraz spektroskopii w podczerwieni umożliwi poznanie ruchów wewnątrzcząsteczkowych i międzycząsteczkowych, a także oddziaływań pomiędzy substancją a ściankami porów. Wpływ dwuwymiarowego ograniczenia na efekty cieplne przejść fazowych będzie analizowany na podstawie pomiarów wykonanych za pomocą różnicowej kalorymetrii skaningowej. Dodatkowo, wykorzystane zostaną **najnowsze osiągnięcia w dziedzinie wytwarzania materiałów porowatych** takich jak związki krzemionkowe w postaci filmów o grubości kilkudziesięciu nanometrów, w których kanaliki ułożone są prostopadle do podłoża. Układ taki pozwala na uzyskanie **ograniczenia trójwymiarowego** a ponadto daje unikatową możliwość sprawdzenia czy poprzez zmiany rozmiarów porów w jednym kierunku można zmodyfikować dynamikę znajdujących się wewnątrz molekuł. Badania mają za zadanie odpowiedzieć na pytanie jak geometria molekuł oraz oddziaływania pomiędzy nimi wpływają na tendencję materiału do zeszklenia/krystalizacji w ograniczeniu przestrzennym w porównaniu do próbki litej. Zrozumienie tych zależności pozwoli na **kontrolowanie własności substancji** oraz **wytworzenie unikatowych nanostruktur** poprzez dobór odpowiedniego rodzaju oraz wielkości porów.

Innym oryginalnym materiałem badanym w ramach projektu będą **elektroprzędzone włókna kompozytowe** polimer-ciekły kryształ. Pierwsza praca prezentująca możliwość wytworzenia takich układów ukazała się w 2008 roku. Zadeemonstrowano wówczas interesujące własności włókien typu rdzeń/otoczka, w których polimery są wypełnione substancją nematyczną. Badania wykonane przy użyciu spektroskopii ramanowskiej ze światłem spolaryzowanym wykazały, że molekuly w fazie nematycznej są ukierunkowane swoimi długimi osiami wzdłuż takich włókien. Co ciekawe, zauważono wpływ ograniczenia przestrzennego na własności fazy nematycznej podobny do obserwowanego wcześniej dla nematycznych ciekłych kryształów w porach, a więc stabilizację fazy nematycznej w polimerowej otoczce oraz brak cech przejścia fazowego pierwszego rodzaju pomiędzy fazą izotropową a nematyczną przy ogrzewaniu. Nieliczne dotychczas doniesienia literaturowe w tej dziedzinie dotyczą według naszej wiedzy zachowania jedynie fazy nematycznej we włóknach. Natomiast, w projekcie planujemy **wytworzenie i badania włókien z różnych związków polimerowych i ciekłokrystalicznych**. Badane będzie, jak budowa oraz postać amorficzna i polikrystaliczna polimeru wpływają na indukowanie się faz ciekłokrystalicznych o większym uporządkowaniu przestrzennym (smektycznych oraz kolumnowych). Warto dodać, że wykonane przez nas badania wstępne pokazują **ciekawe osobliwości dynamiczne** dla jednej z faz smektycznych ograniczonej obecnością makromolekuł. Jesteśmy przekonani, że zaplanowane przez nas eksperymenty znacznie poszerzą stan wiedzy w tej dziedzinie jak również pozwolą w przyszłości na uzyskanie nowych funkcjonalnych materiałów.