

Nanomateriały są obecnie jedną z najchętniej badanych grup układów, co wynika z ich niezwykłych właściwości oraz ogromnych możliwości aplikacyjnych. Nanometryczne ograniczenie przestrzenne pozwala bowiem na wytwarzanie materiałów o unikalnych właściwościach fizycznych i wyjątkowych morfologiach (często innych niż w tzw. „materiałach litych”, ang. *bulk*), spełniających różne wymagania przemysłowe (np. w bateriach słonecznych, ogniwach paliwowych i jako nowe nośniki leków). Niemniej jednak należy dodać, że oprócz znacznego potencjału przemysłowego nanomateriałów, kluczowym problemem naukowym wydaje się lepsze zrozumienie i ewentualne korelacje między właściwościami makroskopowymi a zachowaniem materiałów ograniczonych przestrzennie. W tym kontekście warto podkreślić, że warunki w nanoskali mogą być potężnym nowym narzędziem do badania zjawiska przejścia szklistego, jednego z najbardziej podstawowych i nierozwiązanych problemów fizyki materii skondensowanej.

Głównym celem tego projektu jest dostarczenie nowych danych eksperymentalnych niezbędnych do wypełnienia brakującej luki w naszym zrozumieniu zachowania (zwłaszcza zmian w dynamice molekularnej i temperaturze zeszklenia) materiałów infiltrowanych do materiałów porowatych (w ramach tak zwanego dwuwymiarowego, 2D, ograniczenia przestrzennego). Poprzez połączenie różnych technik eksperymentalnych, tj. spektroskopii dielektrycznej, kalorymetrii, jak również pomiarów kąta zwilżania i napięcia powierzchniowego, planujemy badanie korelacji między zmianą dynamiki molekularnej różnych materiałów infiltrowanych do membran porowatych i ich energią międzyfazową, γ_{SL} , gdzie szczególna uwaga zostanie poświęcona polimerom, charakteryzującym się różnymi topologiami, ciężarem cząsteczkowym i grupami końcowymi. W szczególności chcielibyśmy zbadać wpływ zmian sił oddziaływań wewnątrzcząsteczkowych pomiędzy ośrodkiem ograniczającym wykonanym z różnych materiałów, np. krzemionką i tlenkiem cyrkonu, i infiltrowanymi materiałami na dynamikę molekularną wybranych systemów. Interesujące wydaje się, czy podobne efekty zastosowanego ograniczenia przestrzennego można zaobserwować w różnych membranach, oraz czy te efekty korelują z γ_{SL} . Ponadto chcielibyśmy zbadać korelację między ograniczoną rozmiarowością a oddziaływaniami z powierzchnią, ponieważ nasze wstępne badania wykazały, że oba efekty wydają się być bezpośrednio skorelowane. Wreszcie, planujemy zbadać mechanizm i kinetykę równowagowania infiltrowanych materiałów obserwowanych w określonych warunkach temperatury. Szczególnie chcielibyśmy zbadać, czy są one takie same lub różne zarówno dla niskomolekularnych cieczy i polimerów tworzących fazę szklistą.

Należy podkreślić, że wszystkie aspekty, które zamierzamy zbadać, są zgodne z podstawowymi problemami fizyki materii skondensowanej intensywnie badanymi w literaturze i otwierają nowe sposoby, i możliwości postrzegania i rozumienia zachowania systemów ograniczonych przestrzennie.

Jesteśmy głęboko przekonani, że planowane, systematyczne i wszechstronne badania różnych nisko- i wysokocząsteczkowej substancji tworzących fazę szklistą (w tym polimerów liniowych i gwiazdzistych) przenikają do porowatych membran wykonanych z różnych materiałów (tj. krzemionki, tlenku glinu, tlenku cyrkonu) i charakteryzujących się różną wielkością porów, d , oraz siłą oddziaływań międzycząsteczkowych gospodarz-gość. Wierzimy, że szczegółowe badania nad różnymi systemami za pomocą kilku technik eksperymentalnych, tj. spektroskopii dielektrycznej, w podczerwieni (FTIR) i Ramana, różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC, w tym modulowana termicznie DSC, TMDSC). połączone z pionierskimi badaniami z wykorzystaniem mikroskopii sił atomowych (AFM) oraz badaniami strukturalnymi (XRD), dadzą nam wyjątkową możliwość uzyskania wglądu w mikroskopową strukturę i fluktuację gęstości ograniczonego systemu, pozwalając na wyciągnięcie pewnych uniwersalnych wniosków i, w szerszej perspektywie, umożliwiają stworzenie modelu przewidywania łatwy sposób oszacowania wielkości i skali wpływu uwięzienia na dynamikę temperatury zeszklenia.

Planowane działania mają ogromne znaczenie dla rozwoju podstawowej wiedzy na temat zachowania miękkiej materii w warunkach dwuwymiarowego ograniczenia przestrzennego, zwłaszcza w lepszym zrozumieniu zależności między ograniczoną rozmiarowością, oddziaływaniami z powierzchnią (w tym napięciem powierzchniowym i energią międzyfazową) i gęstością na zmiany dynamiki molekularnej i temperatury zeszklenia, T_g . Aspekty te wydają się mieć fundamentalne znaczenie dla weryfikacji obecnych podejść stosowanych do wyjaśnienia pochodzenia i charakteru właściwości i zachowania ograniczonych materiałów.