

### *Co to są materiały formujące stan szklisty?*

Wszystkie materiały i ciecze molekularne zdolne do formowania stanu szklistego nazywamy potocznie 'glass-formerami'. W trakcie ochładzania cieczy znacznie poniżej temperatury krzepnięcia możliwe są dwa scenariusze. W pierwszym i najczęściej spotykanym przypadku, podczas powolnego obniżania temperatury badany układ zaczyna krystalizować. Z kolei, jeśli proces ten przeprowadzi się w odpowiedni sposób (np. stosując 'relatywnie' szybkie tempo chłodzenia) możliwe jest uniknięcie procesu krystalizacji i przejście badanej substancji w stan metastabilnej cieczy przechłodzonej. Dalsze obniżanie temperatury prowadzi w takim przypadku do zjawiska zeszklenia (witryfikacji), czyli zestalenia z zachowaniem nieuporządkowania struktury charakterystycznego dla cieczy, a nie kryształów. Szeroko pojęta grupa materiałów formujących stan szklisty stanowi fundament rozwoju technologicznego, ale także wielu istotnych zjawisk występujących w naturze. Unikalne własności takich materiałów i potencjalnie nieograniczony zakres zastosowań mogłyby być w pełni wykorzystane, gdyby udało się rozszyfrować samą naturę przejścia szklistego, a także subtelną relację pomiędzy procesami zeszklenia i witryfikacji. Niestety, jest to wciąż sporym problemem.

### *Motywacja i cel naszych badań*

W obecności pola elektrycznego molekuly posiadające trwałe moment dipolowy wykazują tendencję do orientowania/polaryzowania się w kierunku przyłożonego pola. Jeśli natężenie przyłożonego pola nie jest zbyt duże oddziaływania dipoli z zewnętrznym polem elektrycznym ujawniają własności materii w tym samym stanie termodynamicznym, w jakim byłyby również w przypadku jego braku. Jednak, w przypadku silnych pól elektrycznych zmieniają się podstawowe potencjały termodynamiczne, a w konsekwencji również własności dynamiczne i strukturalne materiałów formujących stan szklisty. W takim przypadku wkraczamy w obszar nieliniowych zjawisk dielektrycznych o ogromnym znaczeniu poznawczym i aplikacyjnym. Co ciekawe, badania prowadzone w obecności silnych pól elektrycznych mogą być źródłem kluczowych informacji potrzebnych do lepszego zrozumienia samej natury przejścia szklistego. Z kolei, w przypadku zmiany zachowań krystalizacyjnych indukowanych/sterowanych obecnością silnego pola elektrycznego potencjalny zakres zastosowań takich materiałów obejmuje intensywnie rozwijający się obszar farmacji czy też organicznej elektroniki, a w tym urządzeń pamięci, bramek i przełączników molekularnych. Warto jednak podkreślić, że badania poświęcone zachowaniu materiałów formujących stan szklisty w obecności silnego pola elektrycznego nie należą do najprostszych i są podejmowane jedynie przez nieliczne grupy badawcze na świecie.

### *Zaproponowane badania będą koncentrować się wokół następujących zagadnień:*

(T1) Dynamika materiałów formujących stan szklisty w obecności silnego pola elektrycznego.

Wśród najciekawszych zagadnień jakie chcielibyśmy tutaj poruszyć warto wymienić:

- a) związek pomiędzy redukcją entropii konfiguracyjnej i zmianami własności dynamicznych wywołanymi obecnością silnego pola elektrycznego,
- b) wpływ silnego pola elektrycznego na dynamikę procesów drugorzędowych i procesów starzenia szkieł,
- c) pomiary trzeciej i piątej składowej harmonicznej podatności elektrycznej których znajomość daje nam możliwość probowania dynamicznych heterogeniczności w trakcie zbliżania się do temperatury przejścia szklistego.

(T2) Wpływ silnego pola elektrycznego na krystalizację: ciecze przechłodzone i plastyczne kryształy.

W ramach tego zadania będziemy starali się zrozumieć wpływ stałego pola elektrycznego na procesy nukleacji i wzrostu kryształu, możliwość selektywnego uzyskiwania konkretnych odmian polimorficznych, a także zweryfikowaniu czy efekty obserwowane w obecności silnego pola elektrycznego są odwracalne w momencie wyłączenia zewnętrznego pola orientującego (a jeśli tak, to w jakim czasie to następuje).

(T3) Silne pola elektryczne i/kontra wysokie ciśnienia.

Proponowane badania będą miały na celu testowanie koncepcji, jakoby to zmiany entropii konfiguracyjnej były niezależne od tego jakiego parametru zewnętrznego użyjemy do jej modyfikacji. A więc, czy w przypadku substancji polarnych zewnętrzne pole elektryczne można traktować jako kolejną, równoważną (?) zmienną termodynamiczną, taką jak temperatura czy też ciśnienie. Finalną częścią projektu będzie wykonanie bardzo ambitnych pomiarów w warunkach silnego pola elektrycznego i podwyższonego ciśnienia. Będą one miały na celu dostarczenie informacji na temat tego jak zmiana gęstości/upakowania molekuł wpływa na efekty obserwowane w silnych polach elektrycznych.

Wiele z zaproponowanych powyżej zagadnień ma charakter pionierski i z pewnością zaowocuje ciekawymi odkryciami wykraczającymi poza obecny stan wiedzy. Jest to szczególnie ważne, bowiem w literaturze tego tematu takie badania są naprawdę rzadkością.