

W nadchodzących latach technologie fotoniczne staną się fundamentalne zarówno w procesie oczyszczania naszych źródeł energii, jak i napędzania rewolucji cyfrowej. Organiczne materiały fotoniczne składają się z wyjątkowych cząsteczek nazywanych chromoforami. Nazwa ta pochodzi od faktu, że często mają one intensywne barwy, wynikające z ich interakcji ze światłem (słowo greckie "chromos" oznacza kolor).

Przyjrzyjmy się początkowi XX wieku, gdy barwniki i pigmenty były kluczowymi elementami w przemyśle chemicznym. Przesuńmy się teraz w czasie do dzisiejszych dni, gdzie badania w tej dziedzinie zrobiły ogromne postępy. Teraz funkcjonalne barwniki otaczają nas ze wszystkich stron, od ekranów, przez panele fotowoltaiczne, aż po medycynę.

Ale jest haczyk: nie wykorzystujemy w pełni potencjału tych technologii opartych na świetle. Wykorzystujemy zaledwie około 20% ich możliwości, a energię słoneczną docierającą do powierzchni Ziemi wykorzystujemy w zaledwie 0.1%. Aby uwolnić pełnię ich potencjału, musimy lepiej zrozumieć, jak te materiały działają i zaprojektować nowe chromofory oraz sposoby ich łączenia.

Układ przestrzenny tych chromoforów odgrywa kluczową rolę. Decyduje o tym, jak one oddziałują ze sobą elektronicznie, co z kolei wpływa na właściwości materiałów, które tworzą. Naukowcy ciężko pracowali nad opracowaniem nowych chromoforów, ale brakuje nam uniwersalnego systemu do badania interakcji między tymi cząstkami, kiedy są one blisko siebie upakowane.

Przez ostatnie kilka dekad badacze eksperymentowali z różnymi sposobami łączenia tych cząsteczek w struktury, takie jak pierścienie i łańcuchy. Te struktury bardzo pomogły w zrozumieniu zachowania cząsteczek w stanie wzbudzonym, ale mają swoje ograniczenia. Nie są wystarczająco wszechstronne, a kontrola ich rozmiaru nie jest zbyt precyzyjna.

W tym miejscu wchodzi mój ambitny program badań. Chcę stworzyć wszechstronną platformę, która pomoże nam zgłębić procesy elektroniczne zachodzące w organicznych materiałach fotonicznych. Wyobraź sobie tę platformę jako skrzynkę narzędziową, która może zrewolucjonizować nasze zrozumienie tych kluczowych procesów, zwłaszcza w obszarach nowej fotowoltaiki, komputerów kwantowych i centrów przetwarzania dużych danych.

Oto plan: Podzieliłem program na trzy części. Pierwsza część skupia się na budowie struktur, w których chromofory są ułożone jeden na drugim na sztywnych platformach molekularnych. Te struktury będą bardzo zorganizowane, z określonymi rozmiarami i układami chromoforów.

W drugiej części, stworzymy nowe bloki budulcowe, które będą miały pewien twist: będą chiralne, co oznacza, że będą miały unikalną chiralność. Te chiralne bloki budulcowe pomogą nam zrozumieć zupełnie nową kategorię nieliniowych materiałów optycznych do przetwarzania sygnałów optycznych i otworzą drzwi do ekscytujących odkryć w tej dziedzinie.

Teraz, w trzeciej i ostatniej części, połączymy narzędzia i wiedzę z pierwszych dwóch części i stworzymy niesamowite struktury: wielochromoforowe jednokierunkowe podwójne helisy. Te struktury będą zupełnie inaczej wyglądać niż to, co do tej pory widzieliśmy, i będziemy badać, jak można je wykorzystać do stworzenia lepszych materiałów nieliniowych optycznie a nawet spintroniki, co może dać rewolucyjne materiały dla komputerów kwantowych.

Jeśli uda nam się połączyć te elementy, odkryjemy głębsze zrozumienie tego, jak światło oddziałuje z materią, co może prowadzić do przełomowych postępów w dziedzinie czystej energii i technologii cyfrowych.