

Wiek XIX i wiek XX były okresem spektakularnego rozwoju zarówno chemii organicznej jak i chemii nieorganicznej oraz metalurgii. Te dwie ostatnie dziedziny nauki w istotnym stopniu przyczyniły się do stworzenia elektroniki - nowego działu in ynierii elektrycznej - i jej późniejszego rozwoju. Właściwości elektryczne, elektrooptyczne czy magnetyczne związków organicznych nie były przedmiotem większego zainteresowania środowiska naukowego. Cezurem stanowi tutaj odkrycie w 1973 r. pierwszego metalu organicznego kompleksu z przeniesieniem ładunku TTF-TCNQ. To odkrycie zainicjowało gwałtowny rozwój interdyscyplinarnych badań dotyczących otrzymywania oraz badania właściwości zarówno metali jak i półprzewodników organicznych. Pionierzy badań polimerów przewodzących A.J. Heeger, A.G. MacDiarmid i H. Shirakawa otrzymali w 2000 r. nagrodę Nobla w dziedzinie chemii. Półprzewodniki organiczne wykazują szereg po danych cech niesiłałnych w przypadku funkcjonalizacji można zmieniać ich właściwości elektryczne, optyczne i magnetyczne; iii) poprzez odpowiednią solubilizację można pozwała na ich przetwarzanie z roztworu. Z tych właściwości powodów półprzewodniki organiczne zaczęto stosować jako składniki warstw aktywnych w wielu urządzeniach elektronicznych jak tranzystory polowe, diody elektroluminescencyjne, ogniwa fotowoltaiczne, fotodiody i inne.

Głównym celem przedstawionej propozycji badawczej jest zaprojektowanie, synteza i zbadanie właściwości fizycznych przetwarzalnych z roztworu półprzewodników organicznych oraz weryfikacja podjętej strategii badań poprzez wytworzenie testowych tranzystorów polowych i diod elektroluminescencyjnych. Istotnym elementem nowości naukowej jest wykorzystanie znanych od ponad 100 lat i praktycznie zapomnianych, ze względu na brak zastosowań technologicznych w ostatnich 60 latach, barwników kadziowych (głównie z grupy alizaryny) do wytwarzania nowych, przetwarzalnych z roztworu półprzewodników organicznych z grupy azaacenów. Z punktu widzenia chemii materiałów, chemii fizycznej i elektrochemii azaaceny stanowi bardzo interesujący obiekt badań. W zależności od liczby atomów azotu w stosunku do liczby atomów węgla wykazują one właściwości półprzewodników elektronowych lub ambipolarnych (tzn. zarówno elektronowych jak i dziurowych), poprzez stosunek N/C można równie zmieniać ich właściwości optyczne, w tym luminescencyjne. Wstępne badania wykazały, że przetwarzalne z roztworu, nieliniowe azaaceny można łatwo otrzymać z indantronu (barwnika kadziowego) poprzez reakcję redukcji/substytucji w warunkach katalizy miedzyfazowej. Związki te wykazują zdolność do samoorganizacji i silnymi elektroluminoforami.

Dibromopochodne tych nowych nieliniowych azaacenów będą stosowane jako bloki budulcowe w syntezie półprzewodników donorowo-akceptorowych o strukturze DAD lub ADADA, w tym nowych półprzewodników wykazujących efekt opóźnionej fluorescencji aktywowanej termicznie (ang. thermally activated delayed fluorescence, TADF). TADF jest efektem bardzo intensywnie badanym w ostatnich latach, gdyż pozwala na znaczne zwiększenie wydajności organicznych diod elektroluminescencyjnych. W syntezie tych związków wykorzystane zostaną reakcje sprzęgania C-C (Suzuki, Stille'a, Sonogashiry i inne). Zarówno otrzymane nowe, nieliniowe azaaceny jak i związki DAD i ADADA zostaną zbadane metodami elektrochemicznymi i spektroelektrochemicznymi (UV-vis-NIR, EPR, Raman) w celu określenia ich właściwości redoksowych, a w szczególności potencjału jonizacji (IP) i powinowactwa do elektronu (EA) - parametrów decydujących o zastosowaniu w elektronice. Przeprowadzone zostaną szczegółowe badania struktury nadcząsteczkowej (3D) w monokryształach i cienkich warstwach metodami dyfrakcyjnymi, jak również zdolności do samoorganizacji w monowarstwach metodą skaningowej mikroskopii tunelowej (STM). Wytworzenie testowych tranzystorów polowych i diod elektroluminescencyjnych stanowi będzie weryfikację słuszności podjętej strategii badań.

Spintronika stanowi nowy rodzaj elektroniki, w której wykorzystywany jest spin elektronu. Jednak dotychczas nie otrzymano stabilnych organicznych materiałów charakteryzujących się polaryzacją spinów. W ramach naszego planujemy projektowanie, syntezę i badanie właściwości magnetycznych nowych, organicznych materiałów wysokospinowych. Materiały takie muszą zawierać dwa typy jednostek polaryzowanych naprzemiennie, tj. jednostki strukturalnie zawierające niesparowane spiny elektronowe i jednostki sprzęgające spiny w sposób ferromagnetyczny. Uporządkowanie spinów powoduje wzrost wartości momentu magnetycznego i pojawienie się oddziaływań magnetycznych. Jako jednostki zawierające spiny będą stosowane oligoaminy aromatyczne, utleniane do kationorodników. Jako segmenty sprzęgające spiny będą użyte jednostki meta-benzenu i jego pochodnych. Przeprowadzone badania pozwolą na określenie ogólnych zasad projektowania tego typu związków chemicznych. Szczególną uwagę poświęci się przeniesieniu oddziaływania spinowego wzdłuż łańcucha polimeru liniowego.