

„Synteza i właściwości zwitterjonowych rotaksanów i przełączników molekularnych”

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

W słynnym wykładzie „There’s Plenty of Room at the Bottom,” wybitny fizyk, R.P. Feynman, poświęca uwagę nanomaszynom, które manipulując pojedynczymi atomami, dokonują syntez chemicznych. W owym czasie koncepcja maszyn molekularnych była jedynie wizją. Dziś, chemicy uczą się konstruować i badać urządzenia molekularne, które zbudowane są z zaledwie setek atomów i wykonują mechaniczne ruchy na żądanie. Pionierskie prace w tej dziedzinie profesorów Stoddarta, Sauvage’a i Feringi, zostały w 2016 r. uhonorowane Nagrodą Nobla w dziedzinie chemii.

Urządzenia molekularne nie są obce naturze – naturalne nanomaszyny są komponentami zarówno eukario-, jak i prokariotycznych komórek organizmów żywych. Główną ich grupę stanowią tzw. białka motoryczne zasilane energią chemiczną pochodzącą z cząsteczek ATP. Przykładowo miozyna odpowiada za pracę naszych mięśni, kinezyna za transport organelli w komórkach, zaś dyneiny napędzają rotację rzęsek poruszających się bakterii. Syntetyczne urządzenia molekularne, które wciąż jeszcze uczymy się konstruować i badać, są próbą naśladowania przyrody, którą podejmują dziś naukowcy z chęcią prowadzący badania inspirowane przyrodą.

Celem tego projektu naukowego jest otrzymanie i zbadanie szczególnego typu urządzeń molekularnych, zwanych rotaksanowymi przełącznikami molekularnymi. Twory te przypominają „kółko na patyku” – składają się z komponentu kołowego trwale i nierozzerwalnie przenizanego przez oś. Taka molekula zdolna jest do funkcjonowania jako urządzenie molekularne – na żądanie, w zależności od zewnętrznego sygnału, oba komponenty ulegają wzajemnym przemieszczeniom, podobnie jak mechaniczne elementy prostej maszyny.

Realizacja projektu badawczego polegać będzie na opracowaniu nowych metod syntezy przełączników rotaksanowych. W tym celu zbadany zostanie wpływ nadania obu komponentom różnoimiennych ładunków elektrostatycznych tak, aby przyciągały się silniej i chętniej tworzyły stabilną strukturę przenizaną. Następnie, z zastosowaniem zaawansowanych technik analitycznych, badane będą właściwości i sposoby działania szeregu tak otrzymanych struktur. Co więcej, do konstrukcji przełączników użyte zostaną unikatowe w skali światowej elementy strukturalne – szczególnie rodzaj tzw. makrocyclicznych kompleksów metali. Dzięki zastosowaniu jonów metali, można uzyskać przełączniki znacznie odporniejsze na ciągłe działanie i w konsekwencji wykazujące podwyższoną trwałość operacyjną.

Można przewidzieć praktyczne zastosowania naszych badań. Syntetyczne maszyny molekularne znaleźć mogą w przyszłości zastosowania w fotonice, chemii materiałów, sensoryce, katalizie, a przede wszystkim w molekularnych układach elektronicznych, wykraczających poza fizyczne granice dobrze nam znanych układów krzemowych.