

Proponowane tematy prac magisterskich dla studentów kierunku inżynieria nanostruktur.

Zakład Dydaktyczny Chemii Organicznej

Pracownia chemii Związków Naturalnych

1. Nanotechnologia w dostarczaniu leków: synteza i aplikacje hybryd organiczno-nieorganicznych na przykładzie nanocząstek złota pokrytych glutationem, sprzężonych z kwasem foliowym.

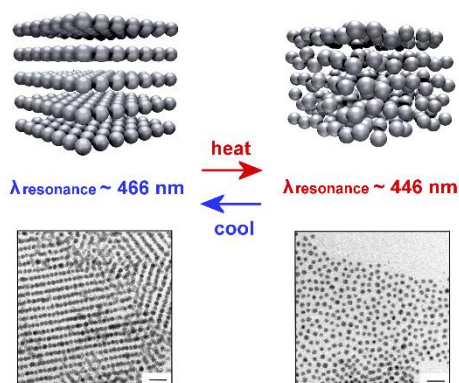
Promotor: dr Michał Wójcik (mwojcik@chem.uw.edu.pl), pok. 235, I p., Wydział Chemii.
Praca teoretyczna lub praktyczna.

W ostatnich latach obserwuje się wzrastające zainteresowanie nowymi nanomateriałami o potencjalnym zastosowaniu medycznym. Materiały takie mogą być wykorzystywane na dwóch kluczowych drogach: jako terapieutiki, bądź jako układy wspomagające w diagnostyce medycznej. Nieliczne nanoukłady charakteryzują się także właściwościami predysponującymi je do obu zastosowań. Nowe terapieutiki charakteryzują się w szczególności znacznie lepszym powinowactwem ale także mogą być połączeniem wcześniej znanych substancji oraz nanoprzenośników. W proponowanej pracy student przygotuje materiał teoretyczny skupiający się na wybranej kategorii terapieutików medycznych, opisie metody syntezy, potencjalne zastosowania oraz przedstawi dalsze perspektywy rozwoju wybranej grupy. Ewentualny wykonywanie pracy praktycznej będzie wiązało się z przeprowadzeniem kilkietapowej syntezy chemicznej łączącej elementy chemii organicznej oraz nieorganicznej (synteza nanocząstek), a także charakteryzacje fizykochemiczną otrzymanych układów. Proponowana literatura prezentująca perspektywy tematu:

1. „Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy” , Peer, D., Karp, J.M., Hong, S., Farokhzad, O.C., Margalit, R., Langer, R. 2007 , Nature Nanotechnology 2 (12), pp. 751-760
2. „Magnetic nanoparticles in MR imaging and drug delivery”, Sun, C., Lee, J.S.H., Zhang, M. 2008
Advanced Drug Delivery Reviews 60 (11), pp. 1252-1265
3. „Nanomedicine: a systems engineering approach” ; Mingjun Zhang, Ning Xi; PSPP Ltd. Singapore 2009

2. Synteza dynamicznie kontrolowanych metamateriałów zbudowanych z nanocząstek srebra – na drodze do „peleryny niewidki”.

Promotor: dr Wiktor Lewandowski (wlewandowski@chem.uw.edu.pl), pok. 235, I p.,
Wydział Chemii.



10Praca obejmuje syntezę (związków organicznych, nanocząstek) i badania fizykochemiczne (NMR, TEM, SAXS, WAXRD, TGA, XPS, UV-Vis) – nacisk na

Rys. 1. (góra) Model ułożenia nanocząstek srebra w przestrzeni ukazujący odwracalność zmiany budowy superstruktury pod wpływem temperatury; (dół) zdjęcia TEM potwierdzające prawidłowość modelu.

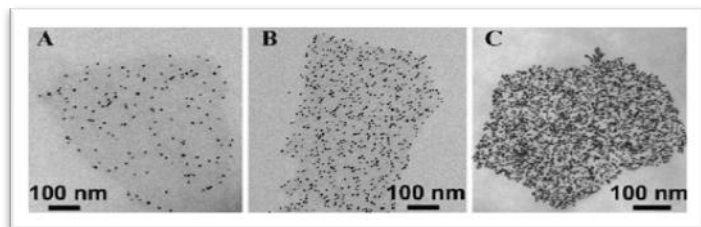
Promotor: dr Michał Wójcik (mwojcik@chem.uw.edu.pl).

[illegible]

Promotor: dr Wiktor Lewandowski (wlewandowski@chem.uw.edu.pl), pok. 235, I p.,
Wydział Chemii.

Praca obejmuje syntezę (tlenku grafenu, grafenu, nanocząstek) i badania fizykochemiczne (TEM, SAXS, WAXRD, TGA, XPS, UV-Vis) – nacisk na syntezę i badania w zależności od preferencji studenta. W trakcie pracy student przejdzie szkolenie z wykonywania pomiarów lub analizy wyników badań zleczanych.

11Opis: Struktury hybrydowe, składające się z grafenu i nanocząstek metali są interesujące zarówno dla naukowców, jak i inżynierów, ze względu na szerokie możliwości zastosowań.



W niniejszym projekcie proponuję rozwiązanie problemów z uzyskiwaniem takich struktur poprzez kowalencyjne przyłączenie nanocząstek do karboksylowej pochodnej grafenu.

Rys. Przykładowe zdjęcie TEM grafenu udekorowanego nanocząstkami – takie struktury będą uzyskiwane w projekcie.

5. Modyfikacje chemiczne nanocząstek metali za pomocą pochodnych związków naturalnych i ich zastosowanie w nanomedycynie.

Promotor: dr Michał Wójcik (mwojcik@chem.uw.edu.pl), pok. 235, I p., Wydział Chemii.

Natura od zawsze była jedną z podstawowych inspiracji dla nauki. Choć metody syntezy totalnej oraz przemysłowej syntezy chemicznej są wciąż rozwijane, to coraz większy nacisk kładzie się na rozwój metod biotechnologicznych, pozwalających np. na otrzymanie skomplikowanych substancji przy użyciu organizmów żywych. Z analogiczną sytuacją możemy mieć do czynienia w przypadku nowych substancji leczniczych opartych na nanomateriałach. Perspektywa połączenia nanoprzENOŚNIKÓW oraz obecnie stosowanych substancji pochodzenia naturalnego może wiązać się ze znacznym obniżeniem kosztów syntez chemicznych oraz ich szkodliwości w stosunku do środowiska naturalnego, przez co będzie możliwa realizacja postulatów „green chemistry”.

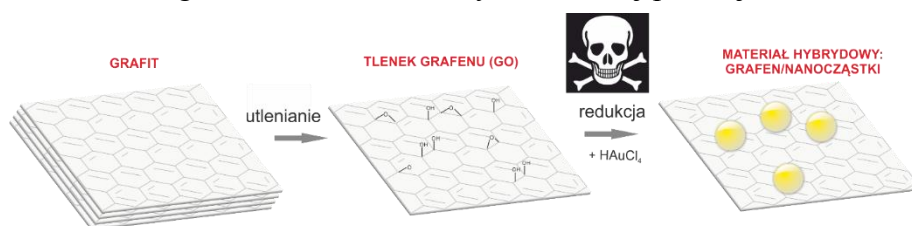
W proponowanej pracy student skupi się na obecnie opisanych w literaturze przykładach połączenia substancji naturalnych, bądź pochodzenia naturalnego z nanomateriałami. Celem będzie opisanie możliwych dróg syntez, przedstawienie wad i zalet takich połączeń oraz ewentualnych perspektyw zastosowania tych substancji w terapii.

6. Charakterystyka fizykochemiczna grafenu uzyskiwanego na drodze mikrobiologicznej redukcji.

Promotor: dr Wiktor Lewandowski (wlewandowski@chem.uw.edu.pl), pok. 235, I p., Wydział Chemii.

Praca obejmuje syntezę (tlenku grafenu) i badania fizykochemiczne (TEM, SAXS, WAXRD, TGA, XPS, UV-Vis). W trakcie pracy student przejdzie szkolenie z wykonywania pomiarów lub analizy wyników badań zleczanych. Następnie, we współpracy z Wydziałem Biologii UW przeprowadzona zostanie mikrobiologiczna redukcja tlenku grafenu do grafenu (oraz w obecności jonów metali do grafenu modyfikowanego nanocząstkami), używając bakterii

zdolnych do „oddychania” tlenkiem grafenu. Ostatnim etapem będzie opracowaniem metody oczyszczania grafenu od bakterii oraz analiza fizykochemiczna uzyskanego materiału. Praca ma na celu zastąpienie szkodliwych chemikaliów używanych na etapie redukcji „zieloną” metodą biologiczną. Schemat metody chemicznej poniżej.



1011

Synteza i badania fizykochemiczne molekuł prętopodobnych z rdzeniem bifenylowym wykazujących fazy kubiczne.

Promotor: dr Joanna Matraszek (jmatraszek@chem.uw.edu.pl).

Ciekłe kryształy od lat cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem naukowców. Obecnie trwają dość intensywne badania nad powstawaniem fazy kubicznej, której mechanizm tworzenia wciąż nie jest wyjaśniony. Wiadomo, że olbrzymi wpływ na charakter mezogeniczny związku ma jego budowa w tym obecność podstawników.

Projekt pracy magisterskiej oparty jest na syntezie szeregu związków organicznych nieznacznie różniących się strukturą. W kolejnym etapie zostaną przeprowadzone badania fizykochemiczne pozwalające określić wpływ poszczególnych elementów budowy na polimorfizm związku.

Synteza i badania fizykochemiczne nanokrystalicznej celulozy z opłaszczeniem promezogenicznym.

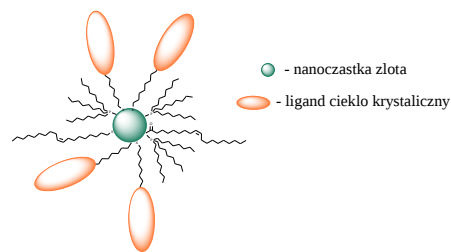
Promotor: dr Joanna Matraszek (jmatraszek@chem.uw.edu.pl).

Celuloza jest obecna w naszym życiu codziennym ale dzięki unikatowym właściwościom nanokrystaliczna celuloza znajdzie zapewne zastosowanie w nowoczesnych technologiach. Atrakcyjność właściwości fizykochemicznych tego materiału powoduje coraz większe zainteresowanie nim i jego modyfikacjami. Wprowadzenie zmian w budowie cząsteczki, na ogół, skutkuje zmianą niektórych właściwości badanego materiału dlatego podczas wykonywania pracy magisterskiej student wykona syntezę cząsteczek potencjalnie wykazujących charakter mezogeniczny, przeprowadzi badania fizykochemiczne otrzymanych związków oraz zmodyfikuje za ich pomocą powierzchnię NCC. Kolejnym etapem pracy będzie zbadanie wpływu opłaszczenia na zachowanie otrzymanego polimeru.

Synteza i fizykochemia powierzchniowo modyfikowanych nanocząstek za pomocą ligandów mezogenicznych.

Promotor: dr Joanna Wolska (jokos@chem.uw.edu.pl, www.mieczkowski.edu.pl), Pracownia Chemii Związków Naturalnych, Wydział Chemii UW.

Uzyskanie efektywnych metod otrzymywania uporządkowanych struktur oraz kontrola tego uporządkowania jest jednym z ważniejszych wyzwań nauki. Chemiczne przyłączania organicznych związków ciekłokrystalicznych do



powierzchni nanocząstek, gdzie metaliczne jądro otoczone jest przez ligandy organiczne, jest niezwykle obiecującą metodą na uzyskanie materiałów samoorganizujących.

Projekt licencjacki będzie łączył metody syntezy organicznej i nieorganicznej z badaniami fizykochemicznymi. Projekt będzie polegał na kilkuetapowej syntezie związku organicznego, który posłuży do powierzchniowej modyfikacji, uprzednio otrzymanych, nanocząstek złota. Następnie uzyskana hybryda zostanie poddana badaniom mikroskopowym (mikroskopia polaryzacyjna oraz TEM), kalorymetrycznym (DSC), spektroskopowym (IR) oraz dyfrakcyjnym (SAXS) w celu określenia samoorganizacji nanocząstek w struktury dwu- lub trójwymiarowe.

Dimeryczne materiały ciekłokrystaliczne tworzące fazy kubiczne.

Promotor: dr Joanna Wolska (jokos@chem.uw.edu.pl, www.mieczkowski.edu.pl), Pracownia Chemii Związków Naturalnych, Wydział Chemii UW.

Fazy kubiczne jako trójwymiarowe fazy ciekłokrystaliczne charakterystyczne dla związków termotropowych budzą coraz szersze zainteresowanie świata naukowego. Odpowiednie zaprojektowanie cząsteczki dimeru zawierającej giętkie elementy polikatenarne połączone ze sztywnymi fragmentami rdzenia promezogenicznego - powinny prowadzić do uzyskania żądanych efektów. Proponowany projekt licencjacki zakłada syntezę związków organicznych wykazujących właściwości ciekłokrystaliczne, a w szczególności fazy kubiczne. Uzyskane produkty zostaną poddane badaniom fizykochemicznym: badaniom mikroskopowym (mikroskopia polaryzacyjna oraz TEM), kalorymetrycznym (DSC), spektroskopowym (IR) oraz dyfrakcyjnym (SAXS) w celu określenia samoorganizacji.

Laboratorium Chemii Supramolekularnej.

Synteza i właściwości katalityczne nowych szkieletów metaliczno-organicznych (Metal Organic Frameworks, MOFs).

Promotor: dr Michał Chmielewski (mchmielewski@chem.uw.edu.pl), Laboratorium Chemii Supramolekularnej, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW, pok. 3.24.

MOF-y, czyli Metal-Organic Frameworks, to krystaliczne, porowate i łatwe do modyfikacji struktury, stanowiące unikalne środowisko m.in. dla katalizy. Proponowana praca będzie częścią szeroko zakrojonych badań realizowanych w ramach grantu MNiSW „IDEAS PLUS”, którego głównym celem jest pokazanie, że osadzenie katalizatorów homogenicznych wewnątrz kanałów w MOF-ach ułatwia opracowanie nowych systemów katalitycznych do reakcji tandemowych poprzez ograniczenie wzajemnej dezaktywacji katalizatorów. W ramach tych badań zostanie zsyntezowany szereg połączeń katalizator – MOF, a następnie badane będą ich właściwości katalityczne. Więcej na www.mchmielewski.pl.

Fluorescencyjne sensory i transportery anionów na bazie szkieletu

1,8-diaminokarbazolu - synteza i właściwości kompleksotwórcze.

Promotor: dr Michał Chmielewski (mchmielewski@chem.uw.edu.pl), Laboratorium Chemii Supramolekularnej, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW, pok. 3.24.

Transport anionów przez błony biologiczne ma duże znaczenie w wielu ważnych dla życia procesach komórkowych, takich jak usuwanie CO₂, regulacja pH, zapewnienie równowagi osmotycznej i odpowiedniej objętości komórki. Proponowana praca będzie częścią szeroko zakrojonych badań realizowanych w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki, którego

celem jest znalezienie zależności między strukturą a zdolnością do transportu anionów przez dwuwarstwy lipidowe w pewnej nowej, szczególnie obiecującej klasie receptorów molekularnych. W ramach tych badań zostanie zsyntezowany szereg acyklicznych, makrocyklicznych i makrobicyklicznych receptorów na aniony, a następnie zostaną zbadane ich właściwości kompleksotwórcze i transportowe w stosunku do modelowych anionów. Praca będzie okazją do praktycznego zapoznania się z problematyką i metodami chemii supramolekularnej. Więcej na www.mchmielewski.pl.

Synteza i właściwości kompleksotwórcze fluorescencyjnych rotaksanów i katenanów selektywnych na aniony.

Promotor: dr Michał Chmielewski (mchmielewski@chem.uw.edu.pl), Laboratorium Chemii Supramolekularnej, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW, pok. 3.24.

Praca będzie okazją do praktycznego zapoznania się z problematyką i metodami **chemii supramolekularnej**, poczynając od opracowania kilkustopniowej syntezy modelowych receptorów molekularnych, poprzez ich templatowaną anionami makrocyklizację prowadzącą do cząsteczek powiązanych mechanicznie, aż po wnikliwe badania strukturalne i charakteryzację ich właściwości kompleksotwórczych w stosunku do modelowych anionów nieorganicznych. Więcej na www.mchmielewski.pl.

Fotoprzełączalne receptory molekularne na bazie grupy acylohydrazonowej – synteza i badania właściwości kompleksotwórczych.

Promotor: dr Michał Chmielewski (mchmielewski@chem.uw.edu.pl), Laboratorium Chemii Supramolekularnej, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW, pok. 3.24.

Praca będzie okazją do praktycznego zapoznania się z problematyką i metodami **chemii supramolekularnej**, a w szczególności z modną obecnie tematyką przełączników molekularnych. W ramach projektu zostanie zsyntezowany i zbadany nowy receptor na aniony zdolny do odwracalnej fotoizomeryzacji, jego przekształcanie w formę metastabilną za pomocą naświetlania lampą UV oraz właściwości kompleksotwórcze wszystkich form w stosunku do anionów. Więcej na www.mchmielewski.pl.

ZAKŁAD DYDAKTYCZNY CHEMII TEORETYCZNEJ I KRYSTALOGRAFII

Opiekun: dr hab. **Andrzej Sikorski** Pracownia Teorii Biopolimerów sikorski@chem.uw.edu.pl

1. Wpływ architektury łańcucha na samoorganizacja kopolimerów blokowych – symulacja komputerowa.

Reprezentacja makrocząsteczek za pomocą uproszczonych modeli. Modele sieciowe polimerów. Symulacja komputerowa metodą Monte Carlo: algorytmy Metropolis, wymiany kopii i CMA – budowa i rozbudowa programów symulujących. Badanie wpływu architektury wewnętrznej makrocząsteczek (liniowe, cykliczne, rozgałęzione) oraz sekwencji segmentów (kopolim) układu. Wizualizacja uzyskanych mikrostruktur.

2. Dynamika w zatłoczonym środowisku – model błony komórkowej.

Ruch w zatłoczonym środowisku. Dyfuzja i subdyfuzja. Struktura błon komórkowych. Modele gruboziarniste błony komórkowej. Symulacja komputerowa metodą Monte Carlo. Model dynamicznej cieczy sieciowej.

Opiekun: dr **Joanna Sułkowska** Pracownia Teorii Biopolimerów jsulkows@gmail.com

1. Białkowe origami. Zaprojektowanie i zbadanie własności makroskopowych białka z węzłem na podstawie symulacji komputerowych.

Projekt ten ma dwa główne cele: zrozumienie wpływu obecności węzłów na stabilność i funkcje białek oraz zaprojektowanie nowej topologii białka, która mogłaby być użyta do skonstruowania super stabilnych nanostruktur.

Aby osiągnąć ten cel, student zapozna się najpierw z istniejącymi teoretycznymi modelami do badania stabilności białek. Ponadto zbada wpływ nietrywialnej topologii na stabilność białek przy użyciu symulacji komputerowych na podstawie białek z węzłami otrzymanymi poprzez: sztucznie zaplanowaną duplikację genów, sztucznie zmodyfikowane położenie kluczowego wiązania peptydowego i naturalnie (ewolucyjnie) par białek z węzłem i bez. W drugiej części projektu student zaprojektuje teoretycznie jak należałoby zmienić topologię białka aby powstała super stabilna aktywna biologiczna struktura. Otrzymane białka z nową topologią mogłyby być użyte np. do dostarczania leków w środowiskach kwaśnych lub do budowania nanoobjektów stabilnych w wysokich temperaturach. Projekt ma interdyscyplinarny charakter i łączy zagadnienia z dziedzin takich jak chemia, biofizyka i bioinformatyka.

2. Zaprojektowanie inhibitora dla ludzkich białek z węzłami.

Projekt ten ma dwa główne cele: zrozumienie roli topologicznych więzów na stałą szybkość reakcji wiązania ligandu do centrum aktywnego, oraz zaprojektowanie inhibitora blokującego aktywność biologiczną białka. W projekcie będą badane białka z rodziny UCHL, które występują w wszystkich trzech gałęziach drzewa ewolucyjnego: w drożdżach (są używane do produkcji piwa), w bakteriach i u ludzi (są obecne w 25% w naszym mózgu, ich złe funkcjonowanie może prowadzić do takich chorób jak Parkinson, Alzheimer).

Pierwsza część projektu będzie polegała na zrozumieniu wpływu zawężonej struktury na termodynamikę i kinetykę wiązania ligandu do białka. W tym celu zostaną przeprowadzone różnego rodzaju symulacje komputerowe z uwzględnieniem procesów dokowania. W drugiej części skupimy się na zaprojektowaniu/znalezieniu inhibitora, do zablokowania aktywności biologicznej ludzkiego białka z węzłem. Inhibitor ten będzie poszukiwany za pomocą różnych baz danych a następnie dokowany do centrum aktywnego białka za pomocą trzech modeli Gold, Glide and AutoDock. Umiejętności zdobyte podczas tego projektu mogą być użyte do projektowania leków.

Zakład Dydaktyczny Chemii Fizycznej

I.

„Wyznaczanie pasm energetycznych nanostruktur półprzewodników typu SiO_x ”

Praca poświęcona będzie wyznaczeniu pasm energetycznych oraz przerwy energetycznej elektrochemicznie otrzymywanych nanostruktur tlenków krzemu. Stosowanymi technikami będą technika mikroskopii tunelowania (STM), spektrofotometria UV-Vis, oraz spektrometria XPS.

Promotor prac: Dr hab. Marek Szklarczyk; szklarcz@chem.uw.edu.pl

II.

Enkapsulacja materiałów biologicznych z wykorzystaniem wielowarstwowych układów polielektrolitowych

celem pracy będzie określenie potencjalnie najkorzystniejszego wielowarstwowego układu polielektrolitowego do zastosowania w enkapsulacji wybranych układów komórkowych. Będzie się to wiązało z określeniem grubości i przepuszczalności warstwy przy wykorzystaniu techniki mikroskopii sił atomowych i metod elektrochemicznych. Mikroskopia będzie również wykorzystana do oceny skuteczności pokrycia komórki przez wybraną membranę polielektrolitową.

Promotor pracy: **Opiekun: dr Marcin Strawski;** marcin@chem.uw.edu.pl

III.

1. Nanostrukturalne podłoża antyseptyczne.

Celem pracy magisterskiej będzie fotochemiczne osadzanie niesferycznych nanostruktur ze srebra (nanodrutów, nanoprzym, itp) na powierzchni kwarcu. Osadzone struktury będą badane technikami mikroskopowymi, ze szczególnym uwzględnieniem mikroskopii sił atomowych AFM. Badane będą również właściwości spektroskopowe, w tym efekt SERS (wzmocnione powierzchniowo rozproszenie ramanowskie) oraz termiczne (DSC, TGA). Następnie określone zostaną właściwości antyseptyczne otrzymanych powierzchni na podstawie badań biologicznych z wykorzystaniem biofilmów bakteryjnych (współpraca z prof. Krystyną Wolską z Wydziału Biologii UW).

2. Polimerowe nanonośniki leków modyfikowane nanocząstkami złota.

Celem projektu będzie opracowanie procedury otrzymywanie nanometrowej wielkości cząstek z polimerów biodegradowalnych z inkorporowanymi nanocząstkami złota. Cząstki polimerowe otrzymywane będą w wyniku samoorganizacji odpowiednich kopolimerów blokowych, np. zawierających łańcuchy PEG i PCL. Otrzymane struktury będą badane z wykorzystaniem m.in. mikroskopii elektronowej, dynamicznego rozpraszania światła, pomiarów potencjału zeta, termogravimetrii oraz spektroskopii fluorescencyjnej.

Po wykonaniu syntezy i charakterystyki fizykochemicznej przeprowadzone zostaną badania biogodności nanocząstek, na poddanych narkozie szczurach Wistar (współpraca z dr hab. Katarzyną Kaczyńską z Instytutu Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN). Badania akumulacji nanocząstek w organach (głównie śledziona i wątroba) prowadzone będą z wykorzystaniem tomografu komputerowego (CT). Wyniki CT zostaną potwierdzone *ex vivo* metodą fluorescencji rentgenowskiej oraz ICP MS (detekcja złota).

3. Otrzymywanie biodegradowalnych nanokapsulek polimerowych.

Celem pracy magisterskiej będzie otrzymanie monodispersyjnych nanokapsulek z polimeru PLGA zawierających mitoksantron (lek cytostatyczny wykazujący fluorescencję) z wykorzystaniem układu mikroprzepływowego. Otrzymane kapsułki badane będą technikami mikroskopowymi, spektroskopowymi oraz termicznymi. Przeprowadzone zostaną również badania *in vitro* wnikania nanokapsulek do komórek nowotworowych z wykorzystaniem mikroskopii konfokalnej (współpraca z dr Katarzyną Wiktorską z Narodowego Instytutu Leków). W tym celu błony komórek nowotworowych zostaną wyznakowane fluoroforem (np. GFP, białko zielonej fluorescencji). Skanowanie konfokalne, a następnie rekonstrukcja trójwymiarowa pozwoli na określenie umiejscowienia nanokapsulek w komórkach (tzn. czy do nich wniknęły, czy nie).

4. Badanie zjawiska rezonansowego przeniesienia energii w nanoprzestrzeniach.

Rezonansowe przeniesienie energii pomiędzy dwoma barwnikami fluorescencyjnymi zachodzi w przypadku, gdy ich cząsteczki znajdują się odpowiednio blisko siebie oraz

pasmo emisji jednego barwnika pokrywa się z pasmem absorpcji drugiego. Efektem jest to, iż wzbudzając jeden barwnik wybraną długością fali można wywołać emisję drugiego (nie wzbudzanego bezpośrednio) barwnika.

Celem pracy magisterskiej będzie otrzymanie nanostruktur polimerowych z inkorporowanymi jednocześnie dwoma barwnikami. Badania prowadzone będą technikami fluorescencyjnymi i mikroskopowymi. Oczekuje się, iż procesy przeniesienia energii w układach nanoskopowych będą się różnić od analogicznych procesów w makroskali.

5. Nowe środki kontrastujące w obrazowaniu MRI.

Celem pracy magisterskiej będzie otrzymanie nanocząstek magnetycznych w matrycy nanosfer z sulfonowanego polistyrenu. Nanosfery będą kondycjonowane w roztworze prekursorów nanocząstek magnetycznych (np. w przypadku nanocząstek ferrytu niklowo cynkowego będą to odpowiednio jony żelaza, niklu i cynku), w wyniku czego kationy metali będą się w nich akumulowały dzięki kulombowskiemu oddziaływaniu z grupami sulfonowymi. Kolejnym etapem będzie dodanie silnej zasady, co skutkować będzie wytworzeniem nanocząstek ferrytu w matrycy polimerowej sfery.

Uzyskane struktury badane będą metodami mikroskopowymi (SEM, TEM, AFM), spektroskopowymi (FTIR, Raman, Mössbauer, XPS, XRF), magnetycznymi (SQUID) i termicznymi (TGA, DSC). W celu określenia przydatności nanosfer do obrazowania MRI przeprowadzone zostaną pomiary czasów relaksacji T1 i T2 protonów z wykorzystaniem NMR. O ile uda się uzyskać dostęp do aparatury przeprowadzone zostaną również pomiary *in vivo* na szczurach z wykorzystaniem skanera MRI.

Promotor prac: Dr hab. Maciej Mazur; mmazur@chem.uw.edu.pl

IV.

„Synteza i charakterystyka nowego typu nanorezonatorów srebrnych do ramanowskiej analizy powierzchni”

Celem proponowanych badań jest znaczące zwiększenie czułości i selektywności pomiarów SHINERS (nazwaną SHINERS - akronim nazwy angielskiej shell-isolated nanoparticle-enhanced Raman spectroscopy) poprzez zastosowanie nanorezonatorów srebrnych nowego typu. Jak pokazało wiele wcześniejszych eksperymentów, w przypadku standardowo stosowanych kulistych nanocząstek srebra, nawet znaczna zmiana średnicy nanocząstki powoduje tylko niewielką zmianę położenia maksimum pasma plazmonowego. Dla silnie anizotropowych nanocząstek Ag (na przykład cienkich płytek Ag o kształcie trójkątnym) możliwe jest jednak uzyskanie maksimum pasma plazmonowego w zasadzie przy dowolnej długości fali w zakresie promieniowania widzialnego. Innym rodzajem przestrajalnych nanorezonatorów, które mogą być badane w ramach pracy magisterskiej, są puste w środku nanocząstki Ag. Dzięki możliwości zmiany częstości przy której nanorezonator jest najbardziej efektywny, można będzie łatwiej połączyć technikę nanorezonatorów z klasycznym rezonansowym efektem ramanowskim, co pozwoli na dodatkowy wzrost czułości i selektywności techniki SHINERS.

„Uruchamiana przez rezonans plazmonowy synteza różnych nanostruktur ze srebra.”

W wielu zastosowaniach (szczególnie związanych z lokalnym ogniskowaniem fali elektromagnetycznej, na przykład w fotokatalizie) o wiele lepsze niż nanocząstki kuliste są nanocząstki anizotropowe, takie jak nanodruty czy nanopryzmaty. Jedną z obiecujących metod otrzymywania anizotropowych nanocząstek niektórych metali, która pozwala na uzyskanie bardzo dobrej kontroli nad kształtem i rozmiarem syntezowanych układów, jest przekształcanie zoli metali uruchamiane przez rezonans plazmonów powierzchniowych (ang.; plasmon-driven transformation PDTr). Celem badań jest zwiększenie kwantowej wydajności

procesu PDTr i osiągnięcie lepszej kontroli nad kształtem i wielkością otrzymywanych nanocząstek

Promotor prac: dr hab. Andrzej Kudelski; akudel@chem.uw.edu.pl)

V.

"Oszacowanie wielkości wpływu efektów temperaturowych na stałe ekranowania NMR ^{199}Hg "

Nasze wstępne badania wskazują, że efekty relatywistyczne mogą mieć kluczowe znaczenie w obliczeniach wpływu zmian geometrii na stałe ekranowania NMR ciężkich jąder, w tym rtęci. Projekt polegałby na oszacowaniu poprawek vibracyjnych i temperaturowych dla stałych ekranowania ^{199}Hg (możliwy jest też wybór innych ciężkich jąder) w kilku wybranych związkach metodami z uwzględnieniem efektów relatywistycznych i bez ich uwzględnienia, i porównaniu wyników. Projekt ten ma znaczenie dla dokładnej symulacji parametrów widm jądrowego rezonansu magnetycznego metodami chemii kwantowej, (w tym ustaleniu wielkości stałych ekranowania stosowanych wzorów przesunięcia chemicznego.

"Wyjaśnienie odwrócenia sygnału dichroizmu kołowego niektórych cis-enonów w niskiej temperaturze"

Sygnał elektronowego dichroizmu kołowego (ECD) niektórych cis-enonów ulega niemal całkowitemu odwróceniu gdy temperatura obniżona jest z pokojowej do około -80°C .

Wyjaśnieniem tego zjawiska może być istnienie kilku konformerów o znacznie różniących się sygnałach ECD, z których w niskiej temperaturze populowany jest tylko jeden. Praca polegałaby na obliczeniach kwantowochemicznych (metodą głównie TD-DFT, choć może być konieczność użycia także metod wielokonfiguracyjnych) widm elektronowego dichroizmu kołowego dla poszczególnych konformerów odpowiednich związków i oszacowaniu bariery przejścia między nimi.

Promotor prac Dr hab. Magdalena Pecul-Kudelska;

mpecul@chem.uw.edu.pl

VI.

Synteza podłoży SERS o nowych właściwościach plazmonowych.

Celem pracy magisterskiej jest opracowanie nowej metody syntezy nanocząstek srebra o anizotropowej i wielościennej budowie. Produkty tej syntezy mają stanowić nowe, silnie SERS-aktywne podłoże, o kontrolowanej charakterystyce plazmonowej.

Motywacją do stworzenia tego projektu są doniesienia literaturowe opisujące możliwości syntezy nanocząstek metali z jednoczesną kontrolą ich kształtów i rozmiarów metodą zasiewanego wzrostu, w obecności związków opłaszczających. Łącząc wyniki badań różnych grup powstał obraz cząsteczki związku opłaszczającego, który powinien umożliwić uzyskanie jeszcze lepszych wyników niż te dotychczas opisane w literaturze.

Próbie poddane zostaną niestosowane jeszcze w tego typu syntezach związki – triester 1,3,5-trihydroksybenzenu i kwasu liponowego, kwas melitynowy i 3-amino-5-merkaptopo-1,2,4-triazol. Po etapie syntezy ziaren Ag standardową metodą, redukcja kationów srebra będzie kontynuowana w obecności jednego z powyżej wymienionych związków. Ich cząsteczki adsorbując się specyficznie na powierzchni ziaren powinien utrudnić sferyczny przyrost nanocząstek.

Wyniki syntez analizowane będą przy użyciu metod: mikroskopii TEM i SEM oraz spektroskopii absorpcyjnej UV-Vis i spektroskopii SERS.

Promotor pracy Prof. Jolanta Bukowska, opiekun pracy Dr Beata Wrzosek

(Praca już zajęta – Paulina Jeleń),

studentka II roku II stopnia makrokierunku Inżynieria

Nanostruktur

Zakład Dydaktyczny Fizyki i Radiochemii

1. *Badanie wzbudzeń ekscytonowych w układach kropek kwantowych w czasowo-rozdzielczej spektroskopii absorpcji przejściowej*

W układzie femtosekundowego spektrometru absorpcji przejściowej pompa-sonda, silny femtosekundowy impuls laserowy, zwany pompującym wywołuje zmianę obsadzeń stanu podstawowego oraz stanów wzbudzonych, która jest następnie wykrywana przez słaby impuls sondujący o szerokim widmie, którego absorpcja w próbce zależy od jego opóźnienia wobec impulsu pompy. Zanik zmian absorpcji, czasami oscylacyjny oraz jej zależność od wzajemnej polaryzacji pompy i sondy. Celem pracy jest rejestracja oraz interpretacja procesów relaksacji optycznie indukowanej absorpcji oraz jej anizotropii, spowodowanych wewnątrz- oraz międzycząsteczkową relaksacją różnego rodzaju wzbudzeń, elektronowych, ekscytonowych, plazmonowych po fononowe oraz/lub zjawiskami transportu ładunku.

Badane układy to: ciecze proste, mieszaniny binarne, roztwory, zawiesiny nanoobjektów, monokryształy.

2. *Badania dynamiki fononowych i elektronowych wzbudzeń nanostruktur metodami spektroskopii laserowej.*

Promotor prac: prof. dr hab. Wojciech Gadomski; gado@chem.uw.edu.pl

Zakład Dydaktyczny Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

➤ **Opiekun: dr hab. Wojciech Hyk** (Pracownia Teorii i Zastosowań Elektrod)

1. Badania fotoelektrod do fotoelektrochemicznej produkcji wodoru.
2. Synteza elektrokatalizatorów do fotoelektrochemicznego rozkładu wody. →

➤ **Opiekun: prof. dr hab. Agata Michalska-Maksymiuk** (Pracownia Teoretycznych Podstaw Chemii Analitycznej) →

1. Synteza nano-/mikro-struktur typu "core-shell" – jonoczułych sensorów fluorymetrycznych o ulepszonych parametrach analitycznych
2. Mikrosfery jako jonoczułe sensory optyczne – nowe mechanizmy generowania sygnału analitycznego.
3. Nanostruktury węglowe/ polimerowe jako inteligentne warstwy przetwornikowe w elektrodach jonoselektywnych.
4. Papierowe elektrody jonoselektywne i elektrody odniesienia.
5. Chronokulometryczna metoda badania procesów przebiegających w elektrodach jonoselektywnych

➤ **Opiekun: dr hab. Krzysztof Miecznikowski** (Pracownia Elektroanalizy Chemicznej) → **patrz tematy podane w spisie tematów projektów licencjackich (kierunek chemia)**

➤ **Opiekun: dr hab. Sławomir Sęk** (Pracownia Teorii i Zastosowań Elektrod)

1. Złącza molekularne – badanie przewodności pojedynczych cząsteczek peptydów

Opis projektu:

Reakcje przeniesienia elektronu w białkach i peptydach są kluczowe dla konwersji energii w układach biologicznych. Badanie ich mechanizmów ma na celu zrozumienie jak efektywność transportowania elektronów powiązana jest z cechami strukturalnymi cząsteczek peptydów oraz w jaki sposób możemy ją kontrolować na poziomie molekularnym. Szczególnie dogodnymi układami do tego typu badań są monowarstwy peptydów zaadsorbowane na stałych podłożach. Ich właściwości elektryczne możemy badać za pomocą technik skaningowej mikroskopii tunelowej oraz mikroskopii sił atomowych. Unikalna charakterystyka transportu elektronowego przez peptydy czyni je potencjalnymi kandydatami do konstrukcji molekularnej diody lub przełącznika. Wysoka efektywność transportu elektronów może również pozwolić na skuteczne wykorzystanie peptydów jako elementów biosensorów.

➤ **Opiekun: dr Ewelina Zabost** (Pracownia Teorii i Zastosowań Elektrod)

1. Wpływ nanokomponentów metalicznych w układach hydrożelowo/oligonukleotydowych na właściwości fizykochemiczne biomateriałów (1 osoba)

Propozycja pracy magisterskiej dotyczy syntezy, badań fizykochemicznych oraz badań przedklinicznych nowej nanocząstki wielokomponentowej mającej potencjalne zastosowanie jako system dostarczania leku przeciwnowotworowego. W ramach projektu zoptymalizujemy warunki syntezy materiałów oraz zbadamy takie parametry fizykochemiczne nanocząstki, łącząc jej właściwości z założeniem jej aplikacji jako systemu kontrolowanego uwolnienia oraz dostarczenia leku. Ważnym elementem projektu będzie wykonanie testów badań na wybranych liniach komórkowych, gdzie będziemy szukać odpowiedzi czy nanocząstka może znaleźć swoją aplikacyjność jako system uwalniania leku.

2. Nanosystemy hydrożelowo/metaliczno/oligonukleotydowe jako systemy przełącznikowe i warstwy biosensorów (1 osoba)

Propozycja pracy licencjackiej dotyczy syntezy nowych rodzajów nanobiomateriałów, które w zależności od swojej struktury mogą odwracalnie zmieniać swoje parametry, dzięki czemu mogą znaleźć zastosowanie jako układy przełącznikowe oraz warstwy biosensorów. Tematyka pracy dotyczy optymalizacji warunków syntezy materiałów oraz badania wpływu poszczególnych komponentów na ich właściwości fizykochemiczne. Ponadto przetestujemy wytworzone biocząstki pod kątem ich aplikacyjności.

3. Biokompozyty przewodzące, użyteczne jako systemy kontrolowanego uwalniania oraz w regeneracji tkanek nerwowych (1 osoba)

Propozycja pracy magisterskiej dotyczy syntezy oraz badań fizykochemicznych nowego rodzaju biokompozytu hydrożelowego zmodyfikowanego biopolimerami zawierającymi centra redox oraz układy metaliczne i półprzewodnikowe. W ramach projektu zoptymalizujemy warunki syntezy materiałów oraz zbadamy takie parametry fizykochemiczne jak: proces transportu elektronów, przewodnictwo, morfologię, łącząc wpływ stanów elektronowych danego materiału na ich właściwości fizykochemiczne, które potem mogą znaleźć przełożenie na ich aplikacyjność.

4. Badanie organizacji materiału genetycznego w układach hydrożelowych (1 osoba)

Propozycja pracy magisterskiej dotyczy syntezy, badań fizykochemicznych oraz badań teoretycznych związanych z organizacją materiału genetycznego w układach hydrożelowych. W ramach projektu zoptymalizujemy warunki syntezy materiałów oraz posługując się technikami elektrochemicznymi, spektroskopowymi oraz teoretycznymi przeprowadzimy badania fizykochemiczne oceniając stopień zmiany przestrzennej materiału genetycznego w zależności od zmian fizykochemicznych układów żelowych (tzw. *DNA stretching*).