



Uniwersytet Warszawski
WYDZIAŁ CHEMII

Warszawa 2009

Zespół redakcyjny:
Tomasz Bauer
Tomasz Gierczak
Maciej Mazur
Adam Myśliński
Marek Orlik
Leszek Stolarczyk
Magdalena Skompska
Zbigniew Wielogórski

© Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii 2009

ISBN 978-83-925995-1-7

Uniwersytet Warszawski
Wydział Chemii
ul. Pasteura 1
02-093 Warszawa
tel. 022 822 09 75
tel. centr. 022 822 02 11, fax 022 822 59 96
e-mail: dziekan@chem.uw.edu.pl
www: <http://www.chem.uw.edu.pl>

Layout, DTP & produkcja
edytor serwis sp. z o.o.
www.edytor-serwis.com.pl

Spis treści

O Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.....	4
Zakład Dydaktyczny Chemii Teoretycznej i Krystalografii.....	7
Zakład Dydaktyczny Chemii Fizycznej.....	11
Zakład Dydaktyczny Chemii Nieorganicznej i Analitycznej	14
Zakład Dydaktyczny Chemii Organicznej.....	19
Zakład Dydaktyczny Technologii Chemicznej.....	24
Zakład Dydaktyczny Fizyki i Radiochemii.....	28

O Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

Historia chemii na Uniwersytecie Warszawskim jest równie stara jak on sam, a więc sięga ona blisko 200 lat. Przez ten czas wielokrotnie Wydział nasz zmieniał swoją siedzibę, by ostatecznie otrzymać w 1939 roku własny budynek przy ulicy Pasteura 1. Jego siedzibę w 1965 roku powiększono poprzez wybudowanie budynku Radiochemii przy ulicy Żwirki i Wigury 101. Dziś Wydział Chemii to część Kampusu Warszawa-Ochota, na którego terenie znajdują się także wydziały takie jak Biologia, Matematyka i Informatyka (tzw. MIM), Geologia, Fizyka, a także Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego (ICM), Domy Studenckie nr 1 i nr 2 oraz Centrum Sportu i Rekreacji. W najbliższym czasie planowana jest rozbudowa i modernizacja całego Kampusu.

Nasz Wydział od wielu lat znajduje się w **czołówce wydziałów chemicznych polskich uczelni**. Dowodzą tego wyniki różnych rankingów, w tym tych przeprowadzanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i przez Polskie Towarzystwo Chemiczne. Wynika to z wysokiego poziomu nauczania, nowoczesnej aparatury stosowanej w badaniach, a także bogatego dorobku naukowego. O tym ostatnim świadczy m.in. liczba prac naukowych o różnorodnej tematyce, publikowanych w renomowanych czasopismach międzynarodowych. Dorobek naukowy Wydziału tworzony jest przez wielu wybitnych naukowców. Ich zapał, chęć poznania, wnikliwość oraz pasja, z jaką prowadzą swoje badania, to źródło inspiracji dla **studentów**, którzy bardzo często włączają się w działalność naukową i są współautorami publikacji.

Nasz Wydział rozwija także **współpracę naukową** z wieloma ośrodkami zagranicznymi. Już w trakcie studiów studenci mają możliwość **wyjazdów zagranicznych** w ramach programów *Socrates-Erasmus* oraz *CEEPUS* do ośrodków naukowych w krajach zachodniej i środkowowschodniej Europy. Pozwala to na poszerzanie zakresu prowadzonych badań, skorzystanie z innych, niekiedy niedostępnych u nas technik pomiarowych, a także nabranie biegłości w posługiwaniu się językiem obcym.

Studia na Wydziale Chemii UW są studiami dwustopniowymi. Składają się one z trzyletnich studiów licencjackich (I stopnia) i dwuletnich studiów magisterskich (II stopnia).

W trakcie **studiów licencjackich** część przedmiotów stanowią przedmioty obowiązkowe, niezbędne dla wszechstronnego wykształcenia chemicznego. Z pozostałych oferowanych przez Wydział zajęć (wykłady, seminaria oraz laboratoria) studenci wybierają te, które najbardziej odpowiadają ich zainteresowaniom. W ten sposób tworzą oni swoje indywidualne „ścieżki” studiowania, które pozwalają na rozwijanie swoich własnych pasji. Jedynym warunkiem, jaki musi spełniać wybrany zestaw przedmiotów, jest uzyskanie odpowiedniej liczby punktów ECTS, które są przypisane do każdego przedmiotu i typu zajęć. Oprócz tego studenci mogą bezpłatnie uczestniczyć w lektoracie języka angielskiego lub innego języka obcego w wymiarze 240 godzin. W ramach studiów licencjackich obowiązkowe jest zdanie egzaminu z języka angielskiego oraz odbycie trzytygodniowego stażu w wybranym przez siebie instytucie naukowo-badawczym, przemysłowym lub w innej jednostce związanej z chemią. Studia I stopnia kończą się testem i pracą licencjacką.

Rekrutacja na **studia magisterskie** odbywa się na podstawie wyniku testu licencjackiego. Na pierwszym semestrze studiów magisterskich połowę zajęć stanowią przedmioty obowiązkowe, a pozostałe studenci wybierają zgodnie ze swoimi zainteresowaniami. Na drugim semestrze dokonują wyboru specjalizacji w jednym z Zakładów Dydaktycznych Wydziału. Drugi rok studiów II stopnia przeznaczony jest na wykonywanie pracy magisterskiej.

Ponadto w czasie pierwszych trzech semestrów studiów magisterskich studenci mogą uczestniczyć w zajęciach z zakresu bloku pedagogicznego. W ich skład wchodzi między innymi psychologia, pedagogika, dydaktyka chemii, a także praktyki w szkołach. Zaliczenie tych zajęć pozwala na uzyskanie uprawnień do nauczania chemii w gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych.

Dla studentów chcących kontynuować naukę istnieje możliwość podjęcia studiów III stopnia (**studiów doktoranckich**). Może to w przyszłości zaowocować karierą akademicką.

Studia na Wydziale Chemii UW gwarantują wszechstronne i rzetelne wykształcenie. Jest to jedna z podstaw do zdobycia ciekawej pracy. **Absolwenci** studiów magisterskich na Wydziale Chemii podejmują pracę przede wszystkim w przemyśle, administracji państwowej oraz w szkołach różnych typów. Chemia nie jest nauką łatwą i w związku z tym istnieje duże zapotrzebowanie na specjalistów w różnych dziedzinach z nią związanych. **Chemiczków-analityków** intensywnie poszukują przedsiębiorstwa, zarówno państwowe, jak i prywatne, związane z przemysłem i rolnictwem, laboratoria medyczne i farmaceutyczne, a także laboratoria kryminalistyczne. **Chemiczy-organicy**, specjalizujący się w **syntezie organicznej**, znajdują zatrudnienie w różnych instytucjach badaw-

czych związanych z chemią, biologią oraz farmacją, jak również w przemyśle. **Chemicy-teoretycy oraz krystalografowie** pracują na uczelniach, w instytutach badawczych, w ośrodkach komputerowych administracji i bankowości, a zatem wszędzie tam, gdzie podstawową umiejętnością jest twórcza praca z wykorzystaniem komputera. Absolwenci **specjalizacji fizykochemicznych** (chemia nieorganiczna, chemia fizyczna, technologia chemiczna) są dobrze przygotowani do pracy w laboratoriach związanych z przemysłem, chemią polimerów, katalizą i korozją, a także nanotechnologią.

W ciągu studiów okazję do działalności naukowej stwarzają także dwa **Studenckie Koła Naukowe Chemików – „Fulleren” i „Izomer”**, organizujące m.in. spotkania ze znanymi naukowcami, obozy naukowe w atrakcyjnych turystycznie miejscach oraz wyjazdy na konferencje krajowe i zagraniczne.

Na naszym Wydziale działa również Samorząd Studencki, który stara się integrować studentów wydziału, a także dbać o ich interesy. Organizuje on również „Spotkania z rynkiem pracy” stwarzające okazję do zetknięcia się z potencjalnymi przyszłymi pracodawcami.

Zakwaterowanie, stypendia i inna pomoc materialna. Uniwersytet Warszawski dysponuje 6 domami akademickimi (DS-ami), zlokalizowanymi w różnych częściach Warszawy. Studenci Wydziału Chemii otrzymują przydział do dwóch z nich, znajdujących się w jego pobliżu – do DS-u nr 2, przy ulicy Żwirki i Wigury 95/97 oraz do DS-u przy ulicy Radomskiej 6. Studenci objęci są również pomocą materialną w postaci **stypendiów socjalnych**. Mogą także uzyskać **dopłaty do zakwaterowania lub wyżywienia**. Za dobre wyniki w nauce przyznawane są **stypendia naukowe**.

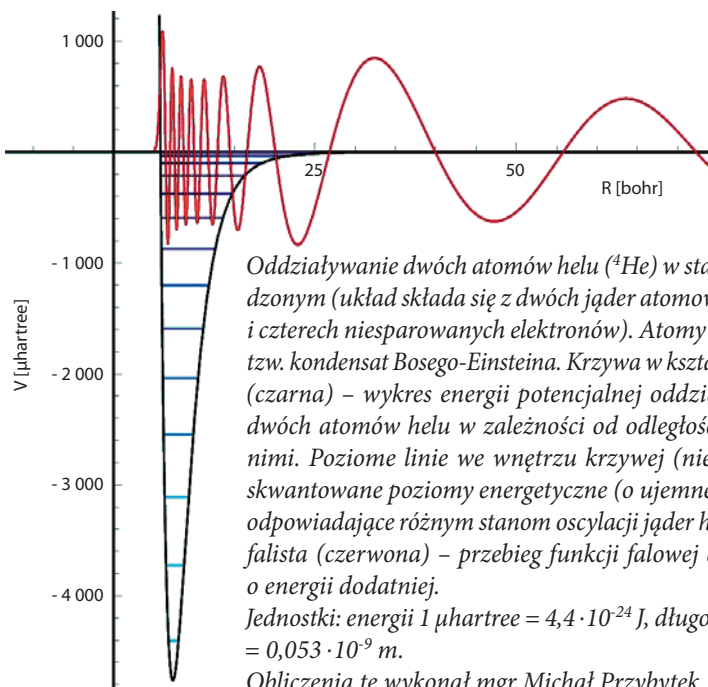
Kultura, rozrywka i sport. Kampus – Ochota oferuje wiele możliwości atrakcyjnego spędzania wolnego czasu. W pobliżu DS nr 2 mieści się Uniwersytecki **klub Proxima**, istniejący już prawie 30 lat. Działa tu również **Dyskusyjny Klub Filmowy**, który dzięki współpracy z Filmoteką Narodową organizuje cykle pokazów filmowych poświęconych twórcom kina światowego i krajowego. Znajduje się tu także nowoczesne **Centrum Sportu i Rekreacji** Uniwersytetu Warszawskiego, oddane do użytku w 2007 roku. Do dyspozycji studentów są tutaj: **basen, hala sportowa** przeznaczona do gier zespołowych (siatkówki, koszykówki, badmintona, piłki ręcznej) i **ścianka wspinaczkowa**. Na UW działa również **Chór Akademicki** mający swoją siedzibę na wydziale Geologii.

Studia na Wydziale Chemii UW oferują możliwość nie tylko naukowego, ale wszechstronnego rozwoju oraz możliwość zdobycia ciekawej pracy po ich ukończeniu! Warto zostać studentem naszego Wydziału!

Zakład Dydaktyczny Chemii Teoretycznej i Krystalografii

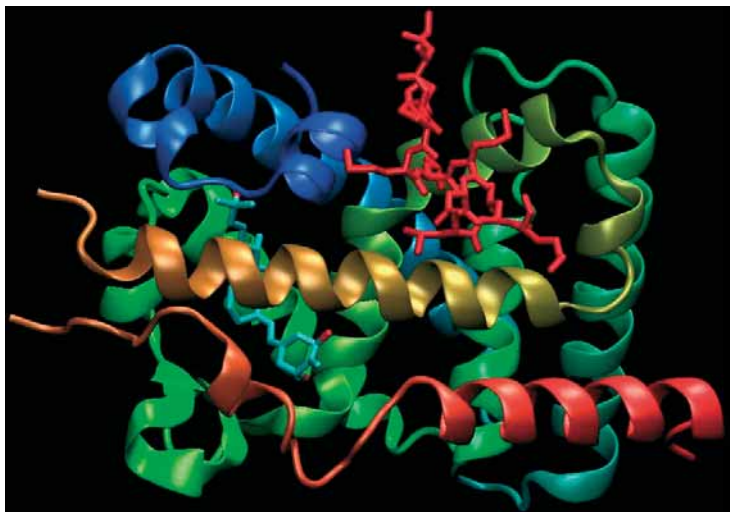
Teoretyczny opis oddziaływania atomów i molekuł

Materia wokół nas (i my sami) zbudowana jest z atomów i molekuł (czyli cząsteczek chemicznych). Te ostatnie powstają w wyniku oddziaływania atomów (tworzenia się wiązań chemicznych między atomami). Własności atomów i molekuł można zrozumieć schodząc na bardziej elementarny poziom strukturalny: obiekty te zbudowane są z elektronów i jąder atomowych, oddziałujących ze sobą zgodnie z regułami elektrostatyki (prawo Coulomba), i poruszających się zgodnie z regułami mechaniki kwantowej (równanie Schrödingera). Takim opisem materii zajmuje się **chemia kwantowa**. Prowadzimy badania teoretyczne molekuł i ich oddziaływań, studiując układy tak małe, jak molekuła H_2 , i tak duże, jak enzym syntaza tymidylanowa (9010 atomów), czy kryształ fluorku litu.



Komputerowe projektowanie leków

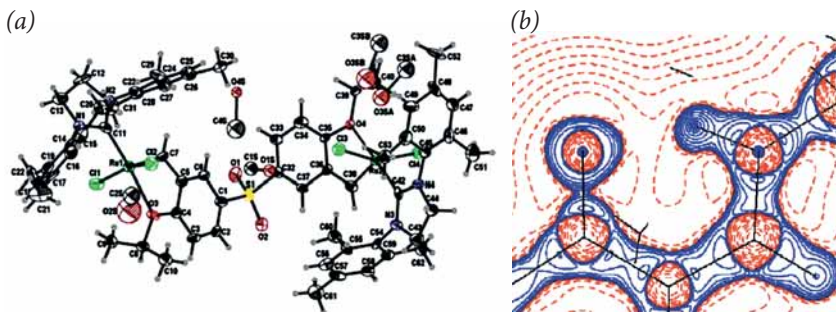
Związki chemiczne, które są wykorzystywane obecnie jako leki, oddziałują jedynie z niewielką liczbą białek, modyfikując ich funkcje biologiczne: dobrze zidentyfikowane „cele” dla współczesnych leków to zaledwie parędziesiąt białek. Szacuje się, że liczba potencjalnych celów dla jeszcze nie odkrytych leków wynosi parę tysięcy. Badania doświadczalne nowych leków są bardzo kosztowne i czasochłonne. Stąd olbrzymie znaczenie metod teoretycznych, pozwalających przewidzieć charakter oddziaływań prostych związków chemicznych z białkami. Najbardziej obiecującym podejściem do tego problemu jest **modelowanie komputerowe**. Polega ono na opracowaniu modeli atomowych kompleksów białko-lek oraz zbadaniu ich stabilności i mechanizmów powstawania. Oprócz komputerowego projektowania leków zajmujemy się również teoretycznymi badaniami struktury, dynamiki, oraz termodynamiki białek i kompleksów białkowych.



Teoretyczny (obliczony) model molekularny kompleksu receptora witaminy D połączonego z witaminą D (błękitny szkielet atomowy z zaznaczonymi na czerwono atomami tlenu) i aktywatorem receptora, peptydem NR2 (czerwony szkielet atomowy). Strukturę receptora przedstawiono za pomocą wstęg, reprezentujących odcinki helikalne białka. Kolor struktury receptora zmienia się od niebieskiego dla N-końca, do czerwonego dla C-końca. Model kompleksu doskonale zgadza się ze znanymi wynikami doświadczalnymi.

Badanie struktury kryształów i tworzących je molekuł

Niemal wszystkie ciała stałe są kryształami i charakteryzują się periodyczną budową wewnętrzną. Jedną z makroskopowych konsekwencji wewnętrznego porządku w strukturze kryształów są ich regularne kształty zewnętrzne. Wystarczy poznać szczegóły składu i budowy najmniejszej powtarzalnej jednostki kryształu – czyli komórki elementarnej – aby uzyskać strukturę całego kryształu. Znajomość struktury kryształów umożliwia przewidywanie i poznanie ich własności chemicznych i fizycznych. Badaniem budowy ciał stałych zajmuje się **krytalografia**. Strukturę kryształów wyznacza się za pomocą dyfrakcji promieni rentgenowskich i/lub dyfrakcji neutronów. Analiza skutków dyfrakcji, zarejestrowanych dla danego kryształu, umożliwia wyznaczenie położenia atomów w komórce elementarnej. Zajmujemy się eksperymentalnymi badaniami interesujących ciał stałych takich jak: nowe związki chemii supramolekularnej (katenany i makrocykle umożliwiające projektowanie „maszyn molekularnych”), materiały laserowe (domieszkowane granaty glinowo-ityrowe, GaN), farmaceutyki, makrocząsteczki (np. białka), katalizatory (w tym katalizatory metatezy olefinowej), związki o interesujących właściwościach magnetycznych, hybrydowe związki organiczno-nieorganiczne i inne modelowe związki organiczne i nieorganiczne. Stosowane przez nas metody umożliwiają również ilościowe pomiary gęstości elektronowej w kryształach.



(a) Struktura nowego katalizatora, wyznaczona metodami dyfrakcyjnymi przez studentkę trzeciego roku Katarzynę Jarzembską. (b) Wyznaczona z pomiarów dyfrakcji rentgenowskiej mapa gęstości elektronowej w wiązaniu wodorowym $[N...H - N]^+$ w kompleksie gąbki protonowej – ilustracja z pracy doktorskiej mgr Pauliny Dominiak.

Zakład Dydaktyczny Chemii Fizycznej

Chemia fizyczna jest działem chemii, zajmującym się poznawaniem zjawisk fizycznych występujących w trakcie i na skutek przemian chemicznych, obejmując swym zakresem elementy nanotechnologii, chemii nowych materiałów, zagadnieniami magazynowania energii oraz tematyką z pogranicza chemii, biologii i medycyny. W Zakładzie Chemii Fizycznej zajmujemy się różnorodną tematyką o charakterze zarówno podstawowym, jak i aplikacyjnym.

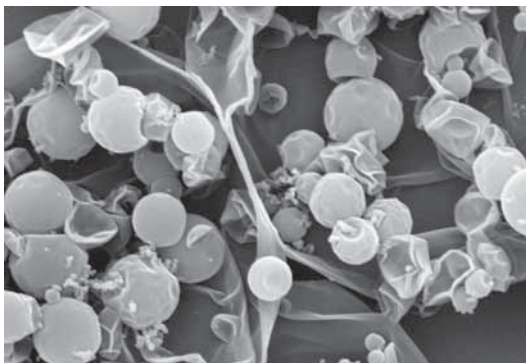
Jednym z bardzo istotnych kierunków badań rozwijanych w naszym Zakładzie są prace z zakresu **nanotechnologii**, czyli dziedziny zajmującej się badaniami i wytwarzaniem obiektów o rozmiarach nanometrów. Jeden nanometr to jedna miliardowa metra. Na zajęciach w Zakładzie Chemii Fizycznej można się dowiedzieć jak syntezować **materiały węglowe** w postaci **ultracienkich warstw**, **nanorurek** czy **nanodrutów** oraz jak badać ich niezwykle właściwości. Obiekty takie tworzy się w bardzo szczególnych warunkach (np. pod wpływem wyładowań elektrycznych), w których ujawniają się specyficzne procesy fizykochemiczne, prowadzące do powstania zupełnie nowych nanostruktur, np. fulerenów. Większość syntez przeprowadzanych w Zakładzie Chemii Fizycznej nie musi jednak



Wielki Wybuch, czyli wszystko zaczyna się na Chemii Fizycznej... Synteza nanostruktur węglowych w łuku elektrycznym.

przebiegać w takich wybuchowych warunkach jak na zdjęciu obok. Na przykład nanorurki polimerowe można otrzymać w kanałkach specjalnej membrany w wyniku syntezy chemicznej lub elektrochemicznej. Wytwarzane przez nas materiały, takie jak **fulereny**, **nanorurki** czy **nanokapsułki** można wykorzystać w elektronice, przy konstrukcji biosensorów i baterii słonecznych, jako złącza molekularne lub matryce dla katalizatorów.

Polimery przewodzące, które są kolejnym obiektem naszych zainteresowań, stanowią grupę materiałów o unikalnych właściwościach tworzyw sztucznych przewodzących prąd elektryczny. Materiały te nazywane są również metalami syntetycznymi, gdyż mimo iż są związkami organicznymi, mają zdolność

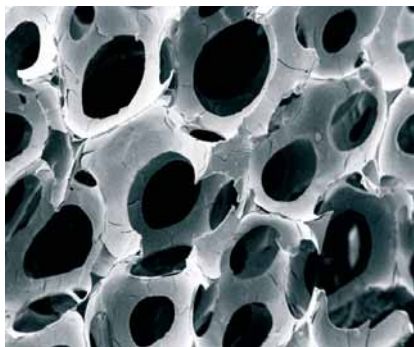


Mikrokapsułki z polimerów przewodzących

łącznie z materiałami organicznymi. Już dziś metale syntetyczne znalazły wiele zastosowań. Znajdziemy je w kolorowych wyświetlaczach telefonów komórkowych oraz polimerowych bateriach AA i AAA, jakie wykorzystujemy na co dzień np. w odtwarzaczach mp3 czy pilotach telewizorów. Metale syntetyczne znalazły zastosowanie nawet w lotnictwie. To dzięki cienkim pokryciom z polimerów przewodzących samoloty wojskowe typu *stealth* są niewidoczne dla radarów.

Niezwykle ważnym problemem dzisiejszego świata są nowe **źródła oraz sposoby magazynowania energii**. W czasie studiów można się dowiedzieć, co współczesna nauka musi jeszcze osiągnąć, by po naszych ulicach poruszały się samochody napędzane wodorem, a nie jak obecnie – benzyną czy ropą. Jednym z problemów do rozwiązania jest to, w jaki sposób magazynować wodór, tak aby było to bezpieczne, tzn. aby gaz ten nie wybuchał pod wpływem np. iskry elektrycznej. Jednym z rozwiązań jest tak zwana sorpcja (inaczej akumulacja) wodoru w metalach takich jak pallad, dzięki czemu gaz nie jest groźny np. podczas zderzenia samochodu, a jednocześnie może być w kontrolowany sposób uwalniany z metalu tak, aby mógł napędzać silnik. Na zajęciach z chemii fizycznej będzie można sprawdzić ile gazowego wodoru da się rozpuścić w płytce z palladu, a następnie jak go uwolnić pod wpływem przykładanego napięcia lub temperatury.

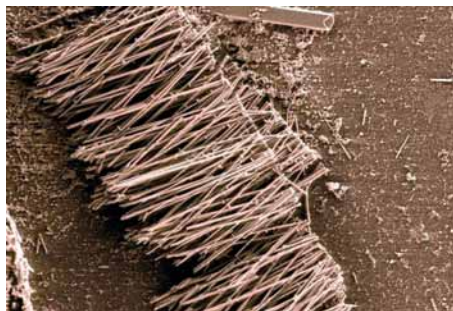
przewodzenia prądu elektrycznego, tak jak zwykle metale. Ich zaletą jest to, że są dużo lżejsze od prawdziwych metali, a co najważniejsze nie ulegają korozji. Być może w przyszłości całe instalacje elektryczne będą wykonywane z polimerów przewodzących, a urządzenia elektroniczne wytwarzane tylko i wyłącznie z materiałów organicznych.



Porowaty węgiel szklisty wykorzystywany jako nośnik w superlekkich akumulatorach

Magazynowanie wodoru może być wykorzystywane również do konstrukcji **baterii**. Prace takie prowadzimy m.in. we współpracy z producentem baterii VARTA, dzięki czemu nasze rozwiązania są stosowane w nowych, bardziej wydajnych ogniwach wodorkowych (stosowanych obecnie m.in. w samochodach o napędzie hybrydowym).

Każdy z Was na pewno wie, jak trudno udźwignąć akumulator stosowany w samochodach osobowych. Wszystko dlatego, że znajdują się w nim płyty ołowiu, który ma bardzo dużą gęstość. Wystarczy jednak osadzić cienką warstwę ołowiu na tzw. porowatym węglu szklistym, aby skonstruowany na jego



Nanodruły z palladu obserwowane za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego

bazie akumulator można było z łatwością podnieść jedną ręką. Opracowane przez nas **ogniwa** wykorzystujące porowaty węgiel szklisty zdobyły wiele nagród, m.in. I wyróżnienie w konkursie na Polski Produkt Przyszłości w 2000 roku. Nowa bateria cynkowo-manganowa o zwiększonej o 15-20% pojemności w stosunku do najlepszych na rynku baterii uzyskała 7 medali na międzynarodowych wystawach technologii i wynalazków (w tym 2 złote w Genewie i Malezji).

Chemia fizyczna to również **obliczenia teoretyczne** wykonywane przez superszybkie i superwydajne komputery. Obliczenia takie mają wiele zastosowań, mogą np. wyjawić skład odległych mgławic w kosmosie czy sekrety budowy płatków śniegu. Potrafią rozwiązać zagadkę jednoskrętności przyrody i modelować procesy chemiczne odpowiedzialne za niszczenie warstwy ozonowej czy budowę przestrzenną skomplikowanych białek, wielocukrów oraz kwasów nukleinowych. Badamy oddziaływania pomiędzy molekułami w fazie gazowej, ciekłej i ciele stałym. Umiemy już odpowiedzieć na pytanie, jak wyglądają i jakie mają właściwości duże zbiory molekuł wody powiązanych wiązaniami wodorowymi. Na tej podstawie możemy modelować właściwości ciekłej wody – rozpuszczalnika kluczowego dla powstania życia na Ziemi. Obliczenia teoretyczne wspomagamy pomiarami eksperymentalnymi, m.in. z wykorzystaniem spektroskopii NMR.

NMR, czyli **Magnetyczny Rezonans Jądrowy** polega na wzbudzeniu tzw. spinów jąder atomowych znajdujących się w zewnętrznym polu magnetycznym,

a następnie rejestracji emitowanego przez nie promieniowania elektromagnetycznego. NMR wykorzystywany jest powszechnie w **medycynie**, np. do wykrywania zmian nowotworowych w organizmie. My stosujemy tę metodę m.in. do **identyfikacji związków organicznych** oraz podpatrywania ruchów rotacyjno-wibracyjnych cząsteczek, korzystając z jednego z najlepszych na świecie spektrometrów NMR. Dzięki temu potrafimy badać **mechanizmy reakcji chemicznych**, ważne w życiu codziennym. Właśnie w połączeniu ze wspomnianymi wcześniej zaawansowanymi obliczeniami teoretycznymi, badania NMR umożliwiają projektowanie m.in. reakcji termojądrowych, które w przyszłości będą prawdopodobnie podstawowym źródłem pozyskiwania energii na wielką skalę.

Wykorzystujemy również wiele innych technik spektroskopowych, czyli opartych na zjawiskach oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego (np. światła widzialnego) z materią. Na tej podstawie możemy badać szereg procesów fizykochemicznych, np. to, jak długie łańcuchy węglowodorowe związków siarki adsorbują się na powierzchniach metali tworząc szczelne warstwy o grubości pojedynczej cząsteczki. Jest to bardzo ważne z punktu widzenia rozwijania technologii nowych katalizatorów oraz ochrony metali przed korozją. Obecnie koncentrujemy się na utworzeniu jedynego w Polsce zespołu, zajmującego się tajemnicami chiralności cząsteczek za pomocą niedawno zakupionej aparatury do rejestracji widm, tzw. **elektronowego dichroizmu kołowego ECD**, **wibracyjnej ramanowskiej aktywności optycznej VROA** oraz **wibracyjnego dichroizmu kołowego VCD**.

Związki współczesnej chemii fizycznej z innymi dziedzinami nauki, w tym z biologią i medycyną są bardzo silne i ma to wyraźne odzwierciedlenie w pracach badawczych prowadzonych w naszym Zakładzie. Jednym z takich kierunków jest **chemia biofizyczna** – obszar interdyscyplinarnych badań z pogranicza biofizyki molekularnej, biochemii i chemii fizycznej. Badamy, w jaki sposób można wiązać molekuly biologiczne z podłożem i pułapkować enzymy w mikrokapsułkach polimerowych. Projektujemy i tworzymy **biomimetyczne warstwy molekularne** do zastosowania w **biosensorach**. Prowadzimy badania mające na celu zrozumienie jaki jest molekularny scenariusz choroby Alzheimera i dlaczego normalne struktury białkowe przekształcają się w zabójcze priony.

Współpracujemy również z biologami i paleontologami, aby dowiedzieć się jak organizmy żywe, takie jak np. małże i koralowce, budują swój węglanowy szkielet. Wykorzystujemy do tego celu całą gamę nowoczesnych mikroskopów, dzięki czemu możemy śledzić procesy zachodzące w organizmach żywych bezpośrednio na ekranie komputera.

Standardowym narzędziem pracy w badaniu mikrorozmiarowych obiektów jest **Skaningowy Mikroskop Elektronowy SEM**, ale gdy potrzebujemy uzyskiwać większe powiększenia, stosujemy **Skaningowy Mikroskop Tunelowy STM** lub **Mikroskop Sił Atomowych AFM**. Pozwalają one na oglądanie pojedynczych cząsteczek, a nawet atomów. Do dyspozycji mamy też specjalny mikroskop optyczny, tzw. **Skaningowy Mikroskop Optyczny Bliskiego Pola NSOM**, który pozwala na powiększenia z rozdzielczością przekraczającą tzw. limit dyfrakcyjny światła. Mikroskop NSOM, dzięki specjalnej konstrukcji pozwala oglądać obiekty przeszło 10 razy mniejsze niż jest to możliwe przy użyciu zwykłego mikroskopu optycznego! Wykorzystuje on tzw. lejek świetlny, czyli bardzo ostro zakończony światłowód, przez który „sączy się światło”. Lejek ten porusza się nad badaną powierzchnią, a podłączony do niego komputer rejestruje intensywność światła odbitego lub przechodzącego przez próbkę. Na tej podstawie budowany jest obraz badanej powierzchni, a uzyskiwane rozdzielczości są nieporównanie lepsze niż te w klasycznych mikroskopach optycznych, znanych np. ze szkolnej pracowni biologicznej. Co ciekawe, mikroskopy takie



Doktorantka obsługująca superczuły spektrometr emisyjny

jak NSOM czy AFM można sprzęgać z różnego rodzaju aparaturą optyczną. Na przykład sprzężenie mikroskopu NSOM ze **spektrometrem emisyjnym** pozwala rejestrować światło wysyłane przez pojedyncze cząsteczki. Z kolei AFM połączone ze **spektrometrem ramanowskim**, w oparciu o tzw. efekt **TERS**, umożliwia identyfikację molekuł w badanej próbce na

podstawie ich ruchów wibracyjnych. Ma to zastosowanie np. przy określaniu rozmieszczenia cząsteczek chemicznych w pastylkach leków produkowanych przez firmy farmaceutyczne.

To krótkie omówienie sygnalizuje jedynie, ale nie wyczerpuje zagadnień, jakimi możecie się zajmować w Zakładzie Chemii Fizycznej. Świat procesów chemicznych, tych sztucznych kontrolowanych przez człowieka, i tych naturalnych – biologicznych jest fascynujący i nadal czeka na badaczy-pasjonatów. Jeśli lubicie Nieznane i nie boicie się nowych wyzwań, to Zakład Chemii Fizycznej na Wydziale Chemii UW to miejsce dla Was!

Zakład Dydaktyczny Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

Oferta naukowo-dydaktyczna naszego Zakładu wykracza poza jego nazwę, która nawiązuje do historycznego podziału chemii na odrębne działy, między którymi granice stopniowo się zacierają. Prowadzimy badania, które z jednej strony są ściśle związane z ważnymi, **praktycznymi zastosowaniami chemii**, a z drugiej – służą lepszemu poznaniu **praw przyrody**.

CHEMIA ANALITYCZNA, bogato reprezentowana w różnych laboratoriach naszego Zakładu, stara się odpowiedzieć na podstawowe dla tej dziedziny pytania: **jakie składniki** znajdują się w badanej próbce materiału (**analiza jakościowa**) i jaka jest ich **zawartość** (**analiza ilościowa**). Z pewnością nikogo nie trzeba przekonywać o tym, jak ważne są to pytania. Kontrola jakości wody pitnej, żywności (także genetycznie modyfikowanej), kontrola składu leków, analizy kliniczne w medycynie, analizy kryminalistyczne, a nawet badania składu zabytkowych materiałów metodami chemicznymi (archeometria) – to tylko wybrane przykłady licznych zastosowań chemii analitycznej.



Przykładowe przedmioty naszych archeometrycznych badań analitycznych: średnio-wieczne zapinki z brązu (z lewej), XVI-wieczny rękopis Meditationis Domini Nostri Jesu Christi (własność Biblioteki Narodowej w Warszawie) (z prawej)

Kształcąc studentów w zakresie chemii analitycznej, odpowiadamy na **istotne zapotrzebowanie na chemików-analityków na rynku pracy**, czego dowodzą nasze wieloletnie obserwacje. Znaczna część naszych absolwentów znajduje bowiem pracę właśnie w dziedzinie szeroko pojętej chemii analitycznej.

Wysokie wymagania co do jakości wyników i rosnący stopień skomplikowania analizowanych próbek powodują, że miejsce tradycyjnych metod analizy



Młodzi chemicy analitycy, w pełnej gotowości do zdobywania próbek...

zajmują techniki bardziej wyrafinowane, np. analiza spektralna (widmowa), wymagająca przeprowadzenia próbki w stan rozdzielonych atomów lub nawet plazmy, przy użyciu lasera jako źródła wysokich energii i jako selektywnego analizatora mierzonych sygnałów.

Jednym z najważniejszych problemów chemii analitycznej jest wykrycie konkretnej substancji w próbce o złożonym składzie, czyli w obecności substancji mogących bardzo w tej analizie przeszkadzać. Stąd **specyficzność** metod analitycznych jest jednym z kluczowych zagadnień. Oprócz metod spektralnych takie możliwości oferują **metody elektrochemiczne** – przede wszystkim za sprawą wykorzystania opracowywanych u nas od wielu lat **elektrod jonoselektywnych**, tzn. takich, których potencjał elektryczny jest w stanie zareagować na stężenie wybranego jonu, np. magnezu(II). Można to wykorzystać do analizy zawartości tego pierwiastka we krwi. Istotną część tych badań służy opracowywaniu i optymalizacji **miniaturowych przepływowych metod pomiarowych**.

Najnowsze badania zmierzają także ku konstruowaniu coraz bardziej wyrafinowanych elektrod, czułych na coraz bardziej złożone materiały. Podstawą konstrukcji takich elektrod mogą być np. **enzymy**, charakteryzujące się wysoką specyficznością jako katalizatory odpowiednich procesów biochemicznych. W naszym Zakładzie prowadzone są m.in. badania nad czujnikami **kwasy deoksyrybonukleinowego (DNA)**, które znajdują zastosowanie w analizie oddziaływań tego niezwykle ważnego związku z różnymi substancjami chemicznymi. Ważne zastosowanie w konstrukcji współczesnych elektrod jonoselektywnych znajdują **polimery przewodzące** – materiały o wielorakich zastosowaniach, których odkrycie zostało wyróżnione Nagrodą Nobla w 2000 roku. Niezwykle modne są też ostatnio wszelkiego rodzaju **nanomateriały** – substancje złożone z cząstek o rozmiarach rzędu nanometrów, co znacząco

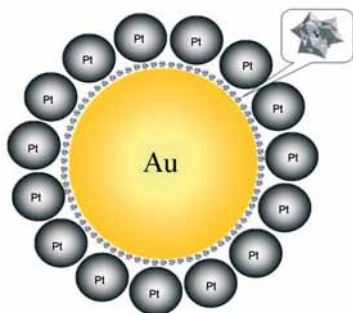
zmienia właściwości substancji. Nanocząstki polimerów przewodzących, nanorurki węglowe stanowią także materiał do konstrukcji nowej generacji elektrod jonoselektywnych.

Stosujemy również techniki analityczne wykorzystujące różnice w szybkości ruchu naładowanych cząstek w polu elektrycznym, czyli elektroforezę, a także metody chromatograficznego rozdziału mieszanin: wysokosprawną chromatografię cieczową i chromatografię gazową. Techniki te stosowane są dziś w niemal każdym porządnym laboratorium analitycznym. Ciekawym obiektem badań są środowiska żelowe, z uwzględnieniem tzw. żeli inteligentnych, tzn. zmieniających np. swoją objętość pod wpływem zmiany temperatury; materiały takie znajdują także zastosowanie w chemii analitycznej.

Ważnym działem chemii analitycznej, reprezentowanym w Zakładzie są badania środowiska naturalnego i jego zanieczyszczenia. Obejmują one badania wód w rzekach, jeziorach oraz wód używanych do celów spożywczych, a także ścieków, odpadów, produktów unieszkodliwiania odpadów: żużli, kompostów, wypełnień filtrów oczyszczania gazów. Niezwykle ciekawe są badania roślin „wyciągających” z gleby substancje toksyczne i wykorzystywanych do rekultywacji zanieczyszczonych gleb. Do tego celu wykorzystywane są najnowocześniejsze procedury przygotowywania i analizowania próbek, takie jak wspomniane wyżej: wysokosprawną chromatografię cieczową, techniki spektralne i elektrochemiczne. Ważnym aspektem działalności Zakładu są także badania terenowe.

Poza chemią analityczną w laboratoriach naszego Zakładu prowadzone są szeroko zakrojone fizykochemiczne badania różnych materiałów, zarówno o **BEZPOŚREDNIM PRAKTYCZNYM ZNACZENIU**, jak i **MODELUJĄCYCH ZACHOWANIE** bardziej złożonych układów, w tym ważnych biologicznie.

Badamy m.in. **nowe materiały** nieorganiczne o charakterze **nanostrukturalnym**, mogące znaleźć zastosowanie w **ogniwach paliwowych**. Są to źródła energii elektrycznej, w których w sposób kontrolowany przebiega reakcja analogiczna do spalania w tlenie takich paliw jak wodór, metan czy metanol. Wobec

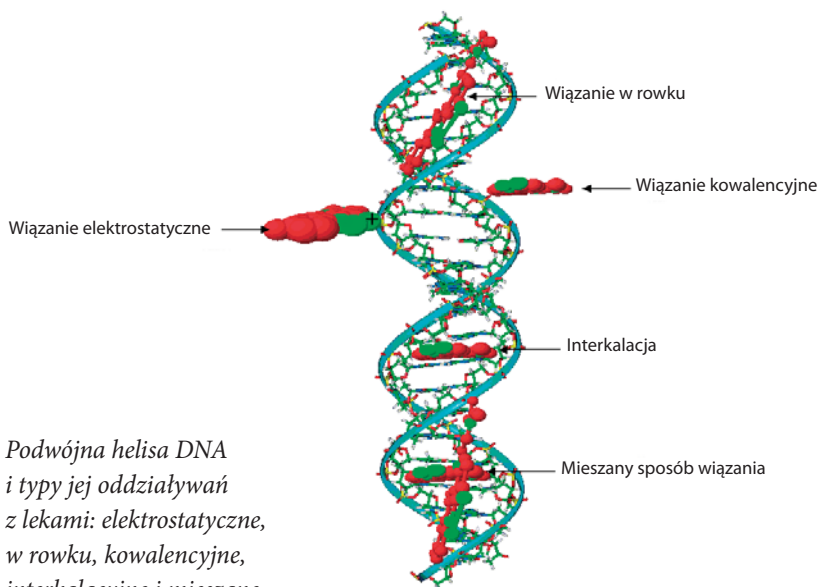


Nanocząstka złota, otoczona monowarstwą polimolibdenianofosforanową i nanocząstkami platyny jako element struktury katalizatora w ogniwach paliwowych wykorzystujących utlenianie metanolu.

stopniowego wyczerpywania się tradycyjnych surowców energetycznych (np. ropy naftowej) istotnego znaczenia nabiera opracowywanie alternatywnych źródeł energii. Istotnym problemem praktycznym jest przyspieszenie (kataliza) procesów biegnących w takich ogniwach, aby mogły one stanowić źródło możliwie dużego prądu elektrycznego. Szczególnie efektywne okazują się nowoczesne katalizatory z materiałów zawierających nanocząstki metali szlachetnych (np. o składzie pokazanym na rysunku).

Badane są także nanokrystaliczne warstwy metali i stopów. Różne materiały oparte na **nanocząstkach** stanowią istotny przedmiot badań prowadzonych w naszym Zakładzie.

Kolejnym przedmiotem naszych zainteresowań są badania bioelektrochemiczne układów modelujących błony komórkowe. Powierzchnie elektrod pokryte podwójną warstwą cząsteczek lipidów (tzw. warstwą Langmuira-Blodgett) stanowią prosty, a zarazem reprezentatywny układ modelowy, który pozwala lepiej zrozumieć procesy utleniania i redukcji w organizmach żywych, mechanizmy rozpoznawania różnych cząsteczek przez błony komórkowe, w tym – działanie leków na poziomie molekularnym. Innym ważnym obiektem tego typu badań jest wspomniany wyżej kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) – analizowane są mechanizmy jego oddziaływania z lekami, możliwości identyfikacji nici tworzących jego cząsteczkę o strukturze podwójnej helisy.



Podwójna helisa DNA i typy jej oddziaływań z lekami: elektrostatyczne, w rowku, kowalencyjne, interkalacyjne i mieszane.

Ciekawym i mało poznanym obiektem jest nietypowa cząsteczka DNA o kołistym kształcie, występująca w mitochondriach. Metody jej detekcji stanowią przedmiot odrębnych badań.

Badania z zakresu **elektrochemii organicznej** dotyczą chlorowcopochodnych ciekawej, nowej klasy węglowodorów (centropoliindanów). Ich elektrochemiczne procesy, przebiegające z rozszczepieniem wiązania węgiel-chlor, stanowią wygodny model procesów rozkładu różnych organicznych połączeń chloru, stanowiących istotne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Podstawowe badania elektrochemiczne obejmują także charakterystykę przewodzenia prądu elektrycznego (ogólniej – transportu jonów i cząsteczek) w środowiskach innych niż tradycyjne roztwory ciekłe, a mianowicie **żele i polielektrolity**.

Kolejnym przedmiotem badań są zjawiska samorzutnej, **dynamicznej organizacji** materii. Pod tym skomplikowanym terminem kryją się jednak dobrze znane nam zjawiska, takie jak bicie serca czy rozwój wyspecjalizowanych tkanek z początkowo jednakowych komórek macierzystych. Układy chemiczne modelujące takie zachowania w organizmach żywych to **reakcje oscylacyjne** – procesy, w których samorzutnie dochodzi do periodycznych, a czasami nawet chaotycznych zmian stanu układu, przejawiających się np. cyklicznymi zmianami barwy roztworu. Demonstracje takich procesów należą do najbardziej efektownych doświadczeń. W naszym Zakładzie badamy **chemiczne i elektrochemiczne** procesy tego rodzaju, zarówno od strony eksperymentalnej, jak i modelowej.



Koncentryczne fale w reakcji Bielousowa-Żabotyńskiego jako chemiczny model początków biologicznej morfogenezy (różnicowania jednakowych komórek w wyspecjalizowane tkanki)

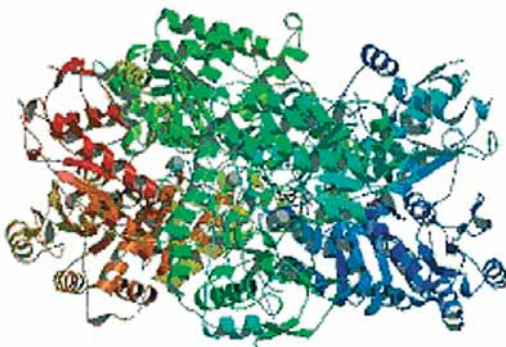
Zakład Chemii Nieorganicznej i Analitycznej oferuje zatem możliwości uzyskania wykształcenia w różnych dziedzinach chemii, zarówno w tych mających bezpośrednio zastosowanie praktyczne, jak i stanowiące przedmiot ważnych badań podstawowych.

Zakład Dydaktyczny Chemii Organicznej

Chemia organiczna to niezwykle istotny dział współczesnej chemii. Badania prowadzone w pracowniach naukowych Zakładu Chemii Organicznej są ukierunkowane przede wszystkim na syntezę **związków biologicznie czynnych** o potencjalnym zastosowaniu w medycynie i farmacji. Otrzymywane są także nowe materiały posiadające właściwości **ciekłodystaliczne**, które mają zastosowanie np. w wyświetlaczach ciekłodystalicznych.

Enzymy wykorzystywane są w różnych dziedzinach działalności ludzkiej - od badań naukowych, przez analizę i syntezę związków biologicznie czynnych, terapię i diagnostykę medyczną, aż po utylizację odpadów. Zajmujemy się enzymatyczną syntezą związków biologicznie czynnych znakowanych izotopami węgla i wodoru oraz **badaniami mechanizmów reakcji** enzymatycznych za pomocą technik spektroskopowych i radiometrycznych. Prowadzimy również badania nad opracowaniem metod syntezy związków biologicznie czynnych znakowanych krótkożyłowymi izotopami, które mogą być zaadaptowane i wykorzystane w medycynie nuklearnej, a zwłaszcza w **pozytonowej tomografii emisyjnej (PET)**. Tomografia pozytonowa jest to **nowoczesna, bardzo czoła technika** służąca do bezinwazyjnej diagnostyki wielu chorób narządów wewnętrznych, do wykrywania i lokalizacji nowotworów oraz do monitorowania przebiegu leczenia onkologicznego. Metoda ta jest również wykorzystywana do badania metabolizmu leków.

Prowadzimy również badania dotyczące wpływu właściwości cyklodekstryn na reakcje enzymatyczne. **Cyklodekstryny**, czyli cykliczne oligomery **D-glukozy**, posiadają wnękę molekularną, do której mogą

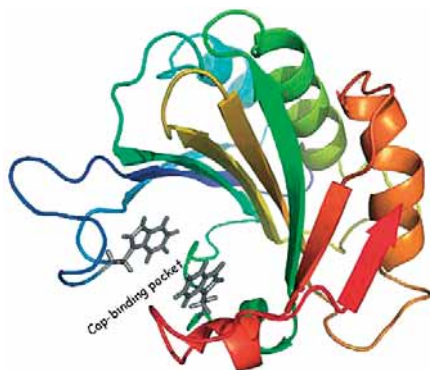


Struktura enzymu tryptofanazy, który katalizuje reakcję powstawania aminokwasu tryptofanu z indolu i kwasu pirogronowego

wnikać cząsteczki innych substancji. Zjawisko to można wykorzystać do ustalania stanu równowagi dla odwracalnych procesów enzymatycznych poprzez selektywne wiązanie substratu bądź produktu reakcji. Od kilku lat prowadzimy reakcje mające na celu ustalenie właściwości inhibicyjnych modyfikowanych cyklodekstryn na reakcje enzymatycznego rozkładu aminokwasów aromatycznych.

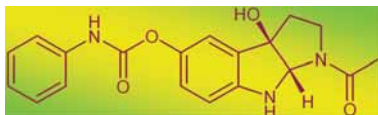
W naszych laboratoriach wkraczamy również w fascynujący świat chemii **nukleozydów i nukleotydów** – związków będących cegiełkami budulcowymi kwasów nukleinowych, które uczestniczą w procesach przechowywania, przekazywania i ekspresji informacji genetycznej. Zajmujemy się m.in. syntezą analogów charakterystycznej struktury występującej na jednym z końców informacyjnego RNA (mRNA), służącego w organizmie jako matryca w procesie biosyntezy białek (translacji). Struktura ta zwana czapeczką lub kapem odgrywa ważną rolę, np. w zainicjowaniu translacji i zapewnieniu trwałości mRNA. Otrzymane analogi kapu wykorzystujemy do badania mechanizmów tych procesów. Uzyskana wiedza może zostać wykorzystana m.in. do **opracowania nowych terapii** w leczeniu niektórych chorób nowotworowych związanych z nieprawidłowym poziomem białek wiążących kap.

Białko eIF-4E rozpoznaje i wiąże strukturę kapu podczas inicjacji translacji

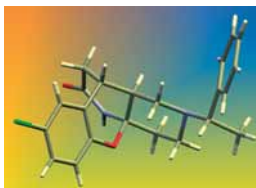


Poszukujemy nowych, różnorodnych substancji **bioaktywnych**, przede wszystkim **alkaloidów** izochinolinowych oraz indolowych, a także innych związków heterocyklicznych o znaczeniu farmakologicznym. Staramy się **poznać ich budowę**, a następnie **otrzymać je w naszych laboratoriach** prowadząc syntezy w sposób stereoselektywny, czyli wiodący do jednego związku o ściśle określonej budowie przestrzennej. Wykorzystujemy do tego dane nam przez naturę enancjomerycznie czyste substraty – aminokwasy,

alkaloidy, terpeny, węglowodany, steroidy. Stosujemy szeroki asortyment metod nowoczesnej chemii organicznej: katalizę chiralnymi kompleksami metali, **biotransformacje** z użyciem **mikroorganizmów** (drożdże piekarskie świetnie się sprawdzają również w laboratoriach chemicznych) oraz reakcje fotochemiczne. Z tropikalnego krzewu *Catharantus roseus* – **barwinka różyczkowego** wyodrębniliśmy szereg alkaloidów, które staramy się przekształcić tak, by wykazywały korzystniejszą aktywność biologiczną. Pracujemy też nad metodą syntezy niektórych związków naturalnych, która zgodna jest z zasadami tzw. **zielonej chemii organicznej** – czyli takiego prowadzenia procesów chemicznych, by były one jak najmniej szkodliwe dla środowiska. Ostatnio odkryliśmy, iż niektóre pochodne melatoniny wykazują wysoką aktywność biologiczną jako inhibitory acylocholinoesteraz. Ponieważ może to mieć zastosowanie w **leczeniu choroby Alzheimera**, zaangażowaliśmy się w syntezę wielu związków tego typu.



Nowy inhibitor acylocholinoesteraz – pochodna melatoniny



Struktura pochodnej lortalaminy

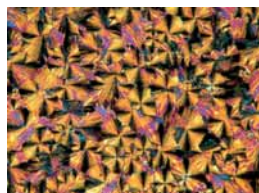


Barwinek różyczkowy – źródło alkaloidów indolowych

Związki ciekłokrystaliczne (mezogeny, LC-liquid crystals) możemy obecnie spotkać niemal w każdym bardziej zaawansowanym urządzeniu (np. wyświetlacze). Prowadzimy badania nad syntezą **mezogenów** o nowych własnościach wynikających ze zmienianej budowy związku. Pozwoli to na znaczne **poszerzenie zakresu zastosowań** ciekłych kryształów.

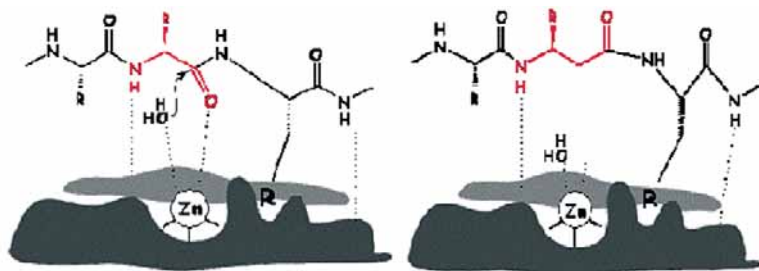


Tekstury związków ciekłokrystalicznych



Intensywnie badamy zależność pomiędzy strukturą chemiczną a aktywnością **peptydów biologicznie czynnych**. Punktem wyjścia są **endogenne peptydy**, które modyfikuje się w taki sposób, by otrzymać analogi wykazujące

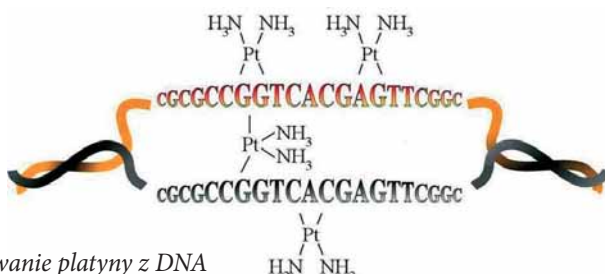
silniejsze działanie biologiczne. Niektóre z otrzymanych związków mogą znaleźć zastosowanie w medycynie i stać się **lekami**. Zmiany wprowadzane do wyjściowych peptydów mają na celu zwiększenie ich aktywności i selektywności oraz zwiększenie odporności na działanie enzymów proteolitycznych (czyli trawiennych, takich jak np. pepsyna). Otrzymane analogi są następnie badane przez farmakologów pod kątem aktywności biologicznej. Modyfikacje wprowadzane do peptydów endogennych mają również na celu bliższe poznanie oddziaływania peptydu z odpowiadającym mu receptorem. Aby osiągnąć ten cel syntetyzujemy **nienaturalne** (czyli niewystępujące w naturze) **aminokwasy**.



Zmiana α -aminokwasu na jego β odpowiednik silnie wpływa na podatność danego peptydu na działanie enzymu

Inny typ prowadzonych badań, to wykorzystanie peptydów endogennych jako wyspecjalizowanych nośników leków (np. **cisplatyny** – ważnego leku przeciwrakowego). Przykładem mogą być **analogi peptydów opioidowych** zdolne do kompleksowania jonów platyny(II).

Organiczna synteza chemiczna to w znacznym stopniu bardzo ciekawe badania reakcji prowadzących do **organicznych związków chemicznych** o ściśle określonej budowie przestrzennej. Rozmieszczenie atomów w cząsteczce,



Oddziaływanie platyny z DNA

w sposób doskonały realizowane przez Naturę w organizmach żywych, budzi zazdrość chemików. Dążą oni uparcie do podobnej biegłości. Przyłączając się do nas możecie się stać współtwórcami nowych, wydajnych syntez związków organicznych o wysokim stopniu czystości.

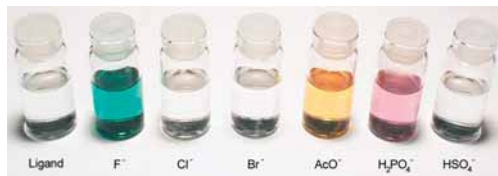
Jednym ze sposobów wymuszenia pożądanego przez nas kierunku reakcji może być użycie **bardzo wysokiego ciśnienia**. Unikalna aparatura pozwala wytworzyć ciśnienie sięgające 14 kbarów (w przybliżeniu 14 000 atmosfer). Dla porównania – ciśnienie w największej głębi oceanicznej (Rowie Mariańskim) to „zaledwie” 1100 atmosfer! Do obsługi zestawu wysokociśnieniowego nie trzeba angażować znanego polskiego siłacza Mariusza P., bez trudu poradzi sobie z nim każdy z nas.

Jak wysokie ciśnienie wpływa na przebieg reakcji? Molekuły zaczynają się porządkować i układać tak, by zajmować jak najmniej miejsca, maleją też odległości między nimi i ich ruchliwość. Prawie bez zmiany pozostaje ich giętkość, możliwe są też ruchy obrotowe atomów i grup atomów wokół łączących je wiązań. Wszystko to sprzyja szybszemu i całkowitemu zajściu reakcji. **Wydajność bliska 100% to prawie standard!**



Aparatura do prowadzenia reakcji pod wysokim ciśnieniem

Metodę ściskania mieszaniny reakcyjnej próbujemy wykorzystać np. w syntezie **związków makrocyclicznych**. Najmniejszym pierścieniowym (**cyklicznym**), jest trójczłonowy cyklopropan. Liczba atomów (także innych niż węgiel) i łączących je wiązań może być większa, a gdy przekroczy ona liczbę 12 mówimy już o makropierścieniu (**makrocyklu**).



Barwne kompleksy związków makrocyclicznych i anionów

Bardzo ważne jest dla nas syntetyzowanie nowych związków, w których kompleksowanie jonów lub cząsteczek obojętnych do wnętrza makropierścienia będzie zależało od jego układu przestrzennego i zawartych w nim grup funk-

cyjnych. Na takie receptory czeka chemia analityczna, chemia medyczna i biochemia.

Innym podejściem do syntezy związków makrocyklicznych jest wykorzystanie metod **dynamicznej chemii kombinatoryjnej**. W wyniku reakcji chemicznych, mogących przechodzić jedna w drugą, tworzy się mieszanina związków organicznych o zmieniającym się składzie (**dynamiczna**) zawierająca zestawienie (**kombinacje**) wszystkich możliwych produktów. Przez odpowiednie „zamrożenie” takiej mieszaniny (**biblioteki kombinatoryjnej**) możemy wyizolować z niej zaprojektowane produkty o złożonych właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych.

Prowadząc syntezy organiczne stykamy się też ze związkami wrażliwymi na wilgoć i tlen, czynniki wydawałoby się raczej nieszkodliwe. Ten problem musimy brać pod uwagę podczas syntez **katalizatorów** o specjalnych właściwościach. Umiejętnie dobierając ich fragmenty zawierające grupy atomów o ściśle określonej i zaprojektowanej budowie, otrzymujemy narzędzie pozwalające na wybiórcze otrzymanie tylko jednego z dwóch możliwych izomerów optycznych (**enancjomerów**) mających się do siebie jak obiekt i jego lustrzane odbicie. Katalizatory takie można zastosować np. w reakcjach przyłączenia związków metaloorganicznych do podwójnego wiązania węgiel-węgiel lub węgiel-heteroatom, a w reakcjach asymetrycznego podstawienia allilowego do przekształcania związków **racemicznych** (mieszaniny równych ilości enancjomerów) w ich czyste składniki. Katalizator zawierający fragment o określonym uporządkowaniu atomów powoduje też uporządkowanie atomów w produkcie. W taki sposób działają np. enzymy.

O witaminach słyszał zapewne każdy, bez nich trapiłyby nas choroby i inne dolegliwości, cierpiałaby też uroda. Witaminy przyjęto oznaczać dużymi literami alfabetu, my zajmujemy się tą, oznaczoną literą D. Jej naturalne odmiany są znane i stosowane w profilaktyce np. krzywicy. Stale jednak trwają poszukiwania odmian tej witaminy o ulepszonych właściwościach leczniczych, pozwalających na unikanie uczulenia. Prowadzone są one w kierunku otrzymywania nowych analogów **witamin D**, które nie tylko będą kontrolować poziom wapnia i fosforu w organizmach ssaków, ale również będą wpływać na układ immunologiczny i wykazywać silne **działanie antynowotworowe**. Otrzymywanie docelowych związków polega na prowadzeniu syntezy z małych fragmentów (**synteza totalna**) lub zmianach wybranych fragmentów związków steroidowych występujących w przyrodzie. Narzędziem pomocniczym w prowadzeniu syntez jest np. zastosowanie komputera do zobrazowania budowy przestrzennej projektowanych związków i oceny możliwości ich syntezy.

Zakład Dydaktyczny Technologii Chemicznej

Zgłębianie **tajników natury** polega na obserwowaniu zjawisk, ich opisywaniu oraz poszukiwaniu **praw nimi rządzących**. Ciekawość, inwencja i pracowitość naukowców owocuje poznaniem wielu fundamentalnych praw, które, aczkolwiek wartościowe, pozostają w sferze suchej naukowej literatury, dopóki nie znajdą zastosowania. Jak przekonać się już podczas studiów, do czego służą reguły matematyczne, prawa fizyczne i chemiczne oraz co z nich praktycznie wynika? O tym, że te reguły i prawa mogą decydować o poziomie życia i wpływać na otaczający nas świat można przekonać się w naszym Zakładzie. Współczesna **chemia** przyczynia się do **wzrostu standardu życia**: farmacja i medycyna, przemysł tekstylny i motoryzacyjny, elektronika i inżynieria materiałowa, a nawet tak zdawałoby się odległe dziedziny jak biotechnologia, rolnictwo i przemysł spożywczy, to tylko nieliczne przykłady dziedzin, które nie mogą dziś istnieć bez udziału **chemii i technologii chemicznej**.



Widok sali ćwiczeń

Zakład Dydaktyczny **Technologii Chemicznej** prowadzi kilka rodzajów zajęć (wykładów i ćwiczeń laboratoryjnych), podczas których można dowiedzieć się, jak najkorzystniej, wydajnie, tanio i w sposób nieszkodliwy dla środowiska prowadzić procesy technologiczne.

Prowadzenie operacji i procesów chemicznych w skali mikro daje możliwość sprawdzenia i wykorzystania wiedzy zgromadzonej w ciągu pierwszych trzech lat studiów na Wydziale Chemii. Można u nas dowiedzieć się, na czym polega **produkcja detergentów**, jak w petrochemii prowadzony jest **kraking**, jak minimalizowane jest zużycie materiałów w procesie **produkcji sody**, na czym polega **rektyfikacja** i w jaki sposób **odzyskiwana jest** energia cieplna

w procesach technologicznych. Można zapoznać się również z rolą chemii we współczesnej **biotechnologii**.

W ramach ćwiczeń z technologii chemicznej można poznać pakiet

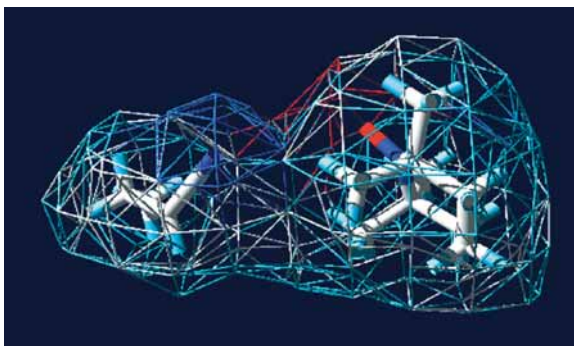


programów CHEMCAD firmy Chemstations Inc., należący do nowoczesnych narzędzi, zwanych symulatorami procesów przemysłowych, stosowanych w **Komputerowo Wspomaganej Inżynierii Procesowej**.

Związek **chemii i ekologii** jest istotnym elementem każdego studiów chemicznych – oferujemy

ćwiczenia laboratoryjne oraz wykłady dotyczące **wpływu** przemysłu chemicznego **na środowisko** oraz zajęcia, na których można zgłębić zasady bezpiecznej **użytkowania** szkodliwych **odpadów**. Można u nas dowiedzieć się, czym grozi spalanie odpadów z tworzyw sztucznych, na czym polega **recykling**, jak można uwolnić **powietrze** od różnego rodzaju **zanieczyszczeń**, jak eksperymentalnie przeprowadzić **kraking** frakcji **ropy naftowej**, jak działa **oczyszczalnia ścieków** oraz w jaki sposób jest **uzdatniana woda**. Na zajęciach prowadzonych przez Zakład Technologii Chemicznej można będzie poznać odpowiedzi na te pytania.

Dla wykonujących pracę licencjacką i magisterską otwierają się nowe możliwości. Jedną z nich jest odkrywanie praw rządzących procesami powstawania związków wielkocząsteczkowych (**polimerów**). Projektowanie i synteza nowych **inicjatorów** polimeryzacji rodnikowych wspierane są obliczeniami teoretycznymi i nowoczesnymi narzędziami badawczymi w zakresie analizy spektralnej, termicznej itp. Poszukiwanie **nowych materiałów polimerowych** obejmuje zatem zarówno rozwiązywanie problemów teoretycznych, jak i praktycznych. Stoją-



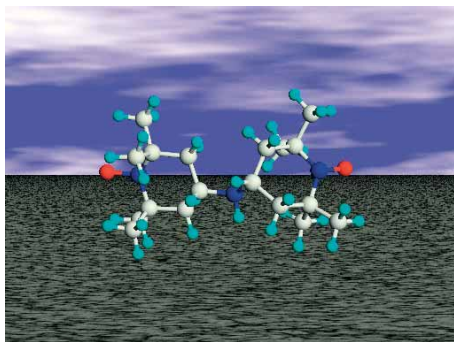
Powierzchnia van der Waalsa, centrum reakcji kombinacji rodników poliakrylowego i TEMPO

ce do dyspozycji laboratoria studenckie i naukowe pozwalają zobaczyć i poznać efekty naszych działań w postaci samodzielnie zsyntetyzowanych polimerów. Kolejnym etapem są **badania właściwości** fizykochemicznych wytworzonych materiałów, których wyniki prowadzą do **modyfikacji** przyjętych **założeń projektowych** (tzw. **feedback**).

U nas można się dowiedzieć, że systemy polimeryzacyjne mogą „żyć” i na czym polega „sen” rosnącego łańcucha polimerowego, a także tego, **jak zsyntetyzować** cząsteczkę, na której znajdowałyby się dwa trwałe **niesparowane elektrony** nie ulegające reakcji kombinacji i do czego **mogą się przydać** związki chemiczne o takiej strukturze.

Przedmiotem pracy dyplomowej mogą być również efekty energetyczne towarzyszące międzyfazowej wędrówce różnych związków chemicznych. Będą to np. **beta-karoten**, **α -tokoferol**, **genisteina**, **kwercetyna**, a także wiele innych związków chemicznych, nie tylko o własnościach **antyoksydacyjnych**, które niezbędne są dla prawidłowego funkcjonowania organizmów żywych.

Kogo interesują eksperymenty fizykochemiczne oraz praca przy komputerze, ten będzie mógł dowiedzieć się, na czym polega **badanie mechanizmów reakcji** chemicznych oraz które procesy są korzystne, a które niekorzystne dla człowieka i dla środowiska, na czym polega **antyoksydacyjne działanie witaminy** A, C i E, jak badać żywność, jak izolować i badać naturalne związki organiczne. W czasie specjalizacji i wykonywania pracy badawczej powstanie możliwość poznania zasad działania nowoczesnego sprzętu analitycznego. Studenckie kwalifikacje zostaną wzbogacone o umiejętność obsługi



Pochodna TEMPO, zoptymalizowana struktura dirodnika

poliuretanów na drodze karbonylowania nitrozwiązków oraz karbonylowania bisfenoli do poliwęglanów wobec własnego **katalizatora** palladowego, opracowanego w Zakładzie Technologii Chemicznej.

chromatografu cieczonego **HPLC**, **chromatografu gazowego**, **spektrofotometru MAS**, **spektrofotometru w podczerwieni**. Można u nas również poznać praktyczne podstawy syntezy chemicznej, m.in. tego jak **wyeliminować toksyczny fosgen** z procesu otrzymywania **poliuretanów i poliwęglanów**. Można będzie badać reakcje otrzymywania **monomerów** dla

Zakład Dydaktyczny Fizyki i Radiochemii

Dlaczego warto uczyć się radiochemii? Międzynarodowe ustalenia dotyczące ograniczeń emisji CO₂ prawdopodobnie już wkrótce wymuszą powrót koncepcji budowy **elektrowni jądrowej** w Polsce.

Nowoczesne społeczeństwo musi być świadome korzyści i zagrożeń, jakie niesie ze sobą praktyczne wykorzystywanie procesów rozszczepienia oraz rozpadu jąder atomowych. Można się też spodziewać, że w niedalekiej przyszłości będą poszukiwani absolwenci wyższych uczelni znający zagadnienia związane z energetyką jądrową, takie jak: wzbogacanie materiałów rozszczepialnych i utylizacja zużytego



Elektrownia jądrowa

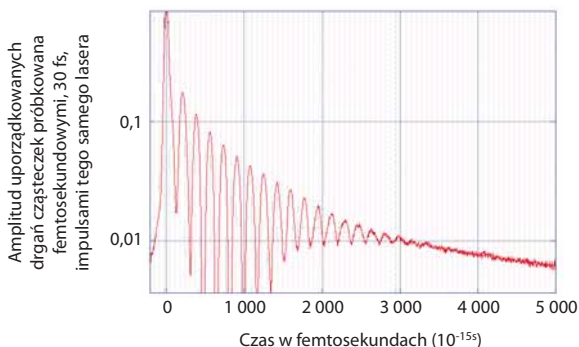
paliwa, pomiary skażeń promieniotwórczych oraz sposoby zapobiegania skażeniom itp. Wydział Chemii UW, jako jeden z niewielu w kraju, ma warunki i dobrze przygotowaną kadrę do prowadzenia zajęć z **chemii jądrowej**. Studenci zapoznają się z podstawami chemii jądrowej nie tylko teoretycznie, ale również uczestnicząc w zajęciach laboratoryjnych. W ramach zajęć poznają metody pracy z radionuklidami, mają okazję przeprowadzać proste syntezy radiochemiczne, badać procesy rozpadu promieniotwórczego oraz wpływ masy jądra na właściwości substancji.

Na całym świecie szybko rozwija się **medycyna nuklearna**, ponieważ coraz więcej dolegliwości i poważnych schorzeń udaje się diagnozować oraz leczyć za pomocą **radiofarmaceutyków**. W takiej sytuacji konieczne jest przygotowanie pracowników laboratoriów radiochemicznych, w których będą prowadzone na coraz większą skalę syntezy związków znakowanych. W nowoczesnej **tomografii pozytonowej (PET)** stosowane są krótkożyłowe radionuklidy otrzymywane w akceleratorach. Wydzielenie takich izotopów z mieszaniny produktów w napromieniowanych tarczach jest również zadaniem dla kompetentnych radiochemików.

Studenci w trakcie zajęć prowadzonych w Zakładzie Fizyki i Radiochemii zapoznają się z wieloma zagadnieniami związanymi ze sposobami przygotowania radiofarmaceutyków, których produkcję w najbliższym czasie rozpoczniemy we współpracy z Laboratorium Ciężkich Jonów.

W naszym Zakładzie studenci mogą również włączyć się w prace badawcze nad pewnymi bardzo interesującymi własnościami materii. Czy wiecie, że spośród trzech najważniejszych stanów skupienia materii, najbardziej skomplikowanym i wykazującym największą różnorodność form wewnętrznego uporządkowania cząsteczek jest stan ciekły? Woda, której cząsteczka należy do najprostszych, nadal stanowi wielkie wyzwanie dla naukowców próbujących wyjaśnić szereg jej niezwyklej właściwości niezbędnych zarówno do powstania, jak i istnienia Życia. Wiemy, jakie elementarne oddziaływania występują wewnątrz cząsteczek i pomiędzy nimi, wiemy również, że właściwości cieczy są przez nie zdeterminowane. Przypuszczamy, że skutkiem tych oddziaływań jest podobne do sieci krystalicznej lokalne uporządkowanie, tzw. bliskiego zasięgu. Zdajemy sobie też sprawę z tego, że ten lokalny porządek w cieczy jest dynamiczny, zmienny. W przypadku wody uporządkowanie to zmienia się niezwykle szybko – pewne charakterystyczne układy cząsteczek zanikają, by odtworzyć się ponownie po 10^{-13} sekundy.

Dysponując najnowszymi **technikami laserowymi**, próbujemy badać dynamikę cieczy „śledząc” ruchy jej cząsteczek za pomocą ultrakrótkich, femtosekundowych (10^{-14} - 10^{-15} s), impulsów laserowych. Metoda ta, zwana spektroskopią **pump-probe**, umożliwia nie tylko śledzenie ruchów cząsteczek,

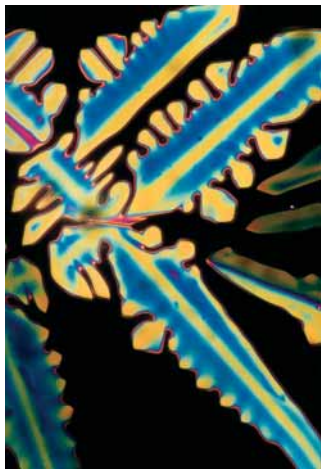


Zanik kolektywnych drgań cząsteczek piwalonitrylu wzbudzonych w chwili $t=0$ przez ultrakrótki impuls laserowy. Okres drgań cząsteczki 220 femtosekund, w tym czasie światło przebywa drogę 0,2 mm.

Wyniki pomiarów optycznego efektu Kerna (praca magisterska Kamila Poloka).

ale również odtworzenie przebiegu reakcji chemicznej w nieosiągalnych dotychczas przedziałach czasu, pozwalając na identyfikację krótkożyjących stanów pośrednich.

Innym obiektem naszych badań są **ciekłe kryształy (mezogeny)**, grupa materiałów o niezwykłych właściwościach, mających cechy zarówno cieczy (płynność), jak i kryształów (kierunkowość właściwości).



Tekstura fazy zbudowanej z molekuł bananowych obserwowana w mikroskopie polaryzacyjnym

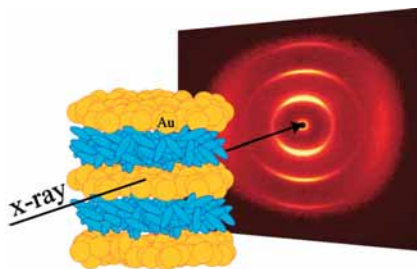
Możliwość sterowania tymi właściwościami przez zewnętrzne pola (elektryczne, magnetyczne) powoduje, że ciekłe kryształy są przedmiotem intensywnych prac o znaczeniu aplikacyjnym (jako wyświetlacze, czujniki, modulatory światła etc). Jednym z głównych nurtów naszych badań jest struktura i właściwości faz tworzonych przez molekuły o silnie wygiętym kształcie (nazywane w literaturze *bananowymi*), których interesującą cechą jest zdolność tworzenia faz uporządkowanych polarnie (ferroelektrycznych i antyferroelektrycznych).

Inna grupa materiałów, która stanowi przedmiot naszych badań to ciekłokrystaliczne kompleksy metali. W tej klasie materiałów interesują nas zwłaszcza układy wykazujące silną korelację spinów, tj. jednowymiarowe magnetyki. Syntezujemy i badamy także materiały hybrydowe – **nanocząstki metaliczne** z opłaszczaniem ciekłokrystalicznym.

Przewiduje się, że struktury takie powinny mieć unikatowe właściwości optyczne, elektryczne i magnetyczne. Interesują nas zwłaszcza **metamateriały**, czyli materiały o ujemnym współczynniku załamania światła i **materiały multiferroiczne**, łączące właściwości ferroelektryczne i ferromagnetyczne.

tymi właściwościami przez zewnętrzne pola (elektryczne, magnetyczne) powoduje, że ciekłe kryształy są przedmiotem intensywnych prac o znaczeniu aplikacyjnym (jako wyświetlacze, czujniki, modulatory światła etc). Jednym z głównych nurtów naszych badań jest struktura i właściwości faz tworzonych przez molekuły o silnie wygiętym kształcie (nazywane w literaturze *bananowymi*), których interesującą cechą jest zdolność tworzenia faz uporządkowanych polarnie (ferroelektrycznych i antyferroelektrycznych).

Mezogeny bananowe tworzą liczne fazy z długookresową modulacją gęstości elektrycznej. Badanie ich struktury możliwe jest dzięki zastosowaniu nowoczesnej aparatury rentgenowskiej, którą dysponuje nasze labo-



Struktury fazy smektycznej zbudowanej z nanocząstek złota oraz jej obraz rentgenowski



Oferta Wydziału Chemii UW dla osób niepełnosprawnych

Na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego mogą podejmować studia osoby z różnym stopniem niepełnosprawności. Do potrzeb osób niepełnosprawnych dostosowano budynki dydaktyczne i obiekty socjalne. Wykonano podjazdy, zainstalowano windy, automatyczne drzwi oraz dostosowano toalety. Sale dydaktyczne wyposażono w rzutniki multimedialne, jak również tablice interaktywne. Władze Wydziału Chemii UW są otwarte na potrzeby osób niepełnosprawnych, na bieżąco podejmują działania w celu stworzenia im przyjaznych warunków do studiowania i funkcjonowania w społeczności akademickiej. Starają się zapewnić osobom niepełnosprawnym możliwość uczestniczenia we wszystkich dziedzinach życia Wydziału, tak by były one traktowane na równi z pozostałymi studentami. Metody i formy kształcenia są dobierane elastycznie, w zależności od indywidualnych predyspozycji studenta. Wielką zaletą jest nowoczesna, elektroniczna baza pomocy dydaktycznych, m.in. czasopism oraz książek naukowych i dydaktycznych w Bibliotece Wydziałowej. Większość osób prowadzących zajęcia udostępni studentom materiały dydaktyczne w postaci elektronicznej. Na Wydziale bardzo intensywnie rozwija się platforma e-learningowa, na której zamieszczane są materiały do nauki oraz polecenia i komentarze prowadzących. Dodatkową zaletą jest również nowoczesny, mieszczący się niedaleko Wydziału Chemii UW akademik, z pokojami w pełni przystosowanymi do potrzeb osób niepełnosprawnych. Studenci mają także możliwość wypożyczenia z Uniwersytetu Warszawskiego specjalistycznego sprzętu oraz oprogramowania ułatwiającego naukę w domu. Istnieje również możliwość bezpłatnego transportu przystosowanym autobusem. Niepełnosprawni studenci mają prawo do otrzymywania stypendium specjalnego i mogą ubiegać się o pomoc materialną w ramach programu „Student” realizowanego przez Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych. Szczegółowe informacje znajdują się na stronie internetowej: <http://www.pfron.org.pl/portal/pl>.

Wszystkich, którzy chcieliby uzyskać dodatkowe informacje lub porady dotyczące studiowania osób niepełnosprawnych na Wydziale Chemii UW, zapraszamy do kontaktu z Pełnomocnikiem Dziekana ds. Osób Niepełnosprawnych dr. Krzysztofem Stolarczykiem, e-mail: kstolar@chem.uw.edu.pl, tel. 022 822 02 11 w. 523.

Struktura organizacyjna Wydziału Chemii UW

Zakład Dydaktyczny Chemii Teoretycznej i Krystalografii

Pracownia Krystalochemii

Pracownia Chemii Kwantowej

Pracownia Teorii Biopolimerów

Zakład Dydaktyczny Chemii Fizycznej

Pracownia Elektrochemii

Pracownia Fizykochemii Nanomateriałów

Pracownia Elektrochemicznych Źródeł Energii

Pracownia Oddziaływań Międzymolekularnych

Pracownia Spektroskopii Jądrowego Rezonansu Magnetycznego

Zakład Dydaktyczny Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

Pracownia Elektroanalizy Chemicznej

Pracownia Elektrochemii Organicznej

Pracownia Teorii i Zastosowań Elektrod

Pracownia Chemii Analitycznej Stosowanej

Pracownia Analizy Przepływowej i Chromatografii

Pracownia Teoretycznych Podstaw Chemii Analitycznej

Zakład Dydaktyczny Chemii Organicznej

Pracownia Peptydów

Pracownia Chemii Biomolekuł

Pracownia Chemii Związków Naturalnych

Pracownia Stereokontrolowanej Syntezy Organicznej

Zakład Dydaktyczny Technologii Chemicznej

Pracownia Fizykochemicznych Podstaw Technologii Chemicznej

Zakład Dydaktyczny Fizyki i Radiochemii

Pracownia Radiochemii

Pracownia Fizykochemii Dielektryków i Magnetyków



Udecydowała Rada, aby wszystkie wydziały Uniwersytetu Królewsko-Warszawskiego miały osobne pieczęcie z właściwymi napisami, które mają wyobrażać orła polskiego z podniesionymi skrzydłami i po jednej gwieździe nad koroną orła.

(Z Księgi Protokółów Rady Ogólnej Uniwersytetu Królewsko-Warszawskiego, protokół 43, pkt 6 z 29 listopada 1817 r.)



Uniwersytet Warszawski

WYDZIAŁ CHEMII

WYDZIAŁ CHEMII UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO

