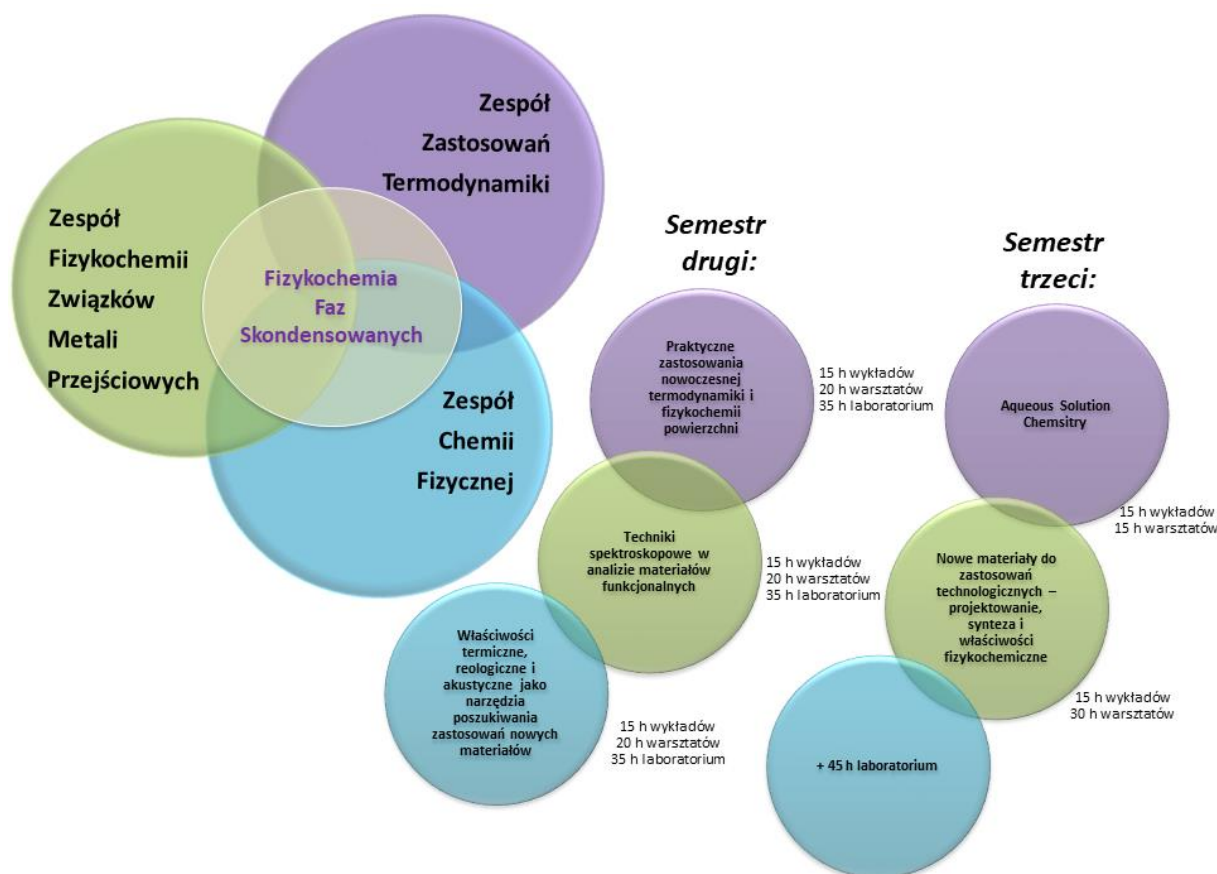


FIZYKOCHEMIA FAZ SKONDENSOWANYCH

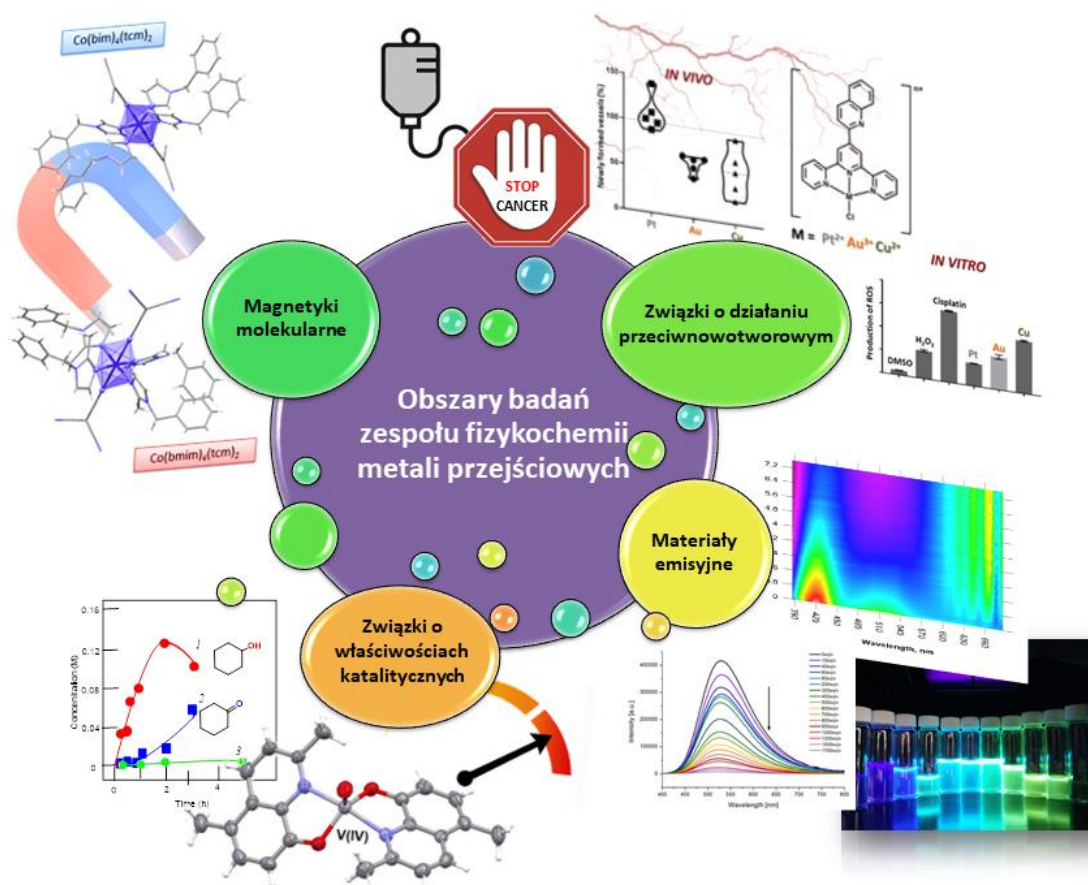
W ramach specjalizacji Fizykochemii faz skondensowanych wykłady, warsztaty i laboratoria są realizowane przez trzy zespoły badawcze:



Student będzie miał możliwość zapoznania się z szeroką gamą nowoczesnych i zaawansowanych metod badawczych istotnych w analizie oddziaływań molekularnych oraz stanowiących podstawę oceny materiałów funkcjonalnych.

Zespół Fizykochemii związków metali przejściowych

W naszym Zespole zajmujemy się związkami metali przejściowych i na ich bazie projektujemy materiały luminescencyjne, leki przeciwnowotworowe, katalizatory oraz magnetyki molekularne. Ze względu na szereg zmiennych, takich jak rodzaj metalu, jego stopień utlenienia, elektronowe i sferyczne właściwości ligandów oraz geometrię związku, związki koordynacyjne metali przejściowych dają wiele możliwości w zakresie tworzenia nowych materiałów funkcjonalnych.



W badaniach wykorzystujemy metody spektroskopowe absorpcyjne i emisyjne, stacjonarne i czasowo-rozdzielcze w zakresie UV-Vis, NIR, IR, woltamperometrię cykliczną i różnicową woltamperometrię impulsową oraz rentgenowską analizę strukturalną. We współpracy z ośrodkami krajowymi (Centrum Materiałów Węglowych i Polimerowych PAN, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Wrocławski) i międzynarodowymi (Uniwersytet „Nowy” w Lizbonie, Uniwersytet w Walencji, Politechnika Federalna w Lozannie, Rosyjska Akademia Nauk) prowadzimy badania naszych związków w zakresie ich właściwości biologicznych, magnetycznych i katalitycznych.

Na przestrzeni kilku ostatnich lat prowadziliśmy badania w ramach projektów „Innowacyjne materiały i nanomateriały z polskich źródeł renu i metali szlachetnych dla katalizy, farmacji i organicznej elektroniki”, „Od nowych kompleksów renu(I) z ligandami triiminowymi do efektywniejszych materiałów foto- i elektroluminescencyjnych”, „Połączenia koordynacyjne kobaltu(II) jako nowe materiały magnetyczne wykazujące właściwości Single Ion Magnet SIM lub Single Chain Magnet SCM”, „Związki platyny(II) z 4-podstawionymi pochodnymi 2,6-bis(tiazol-2yl)pirydyny jako potencjalne luminofory i cytostatyki”, „Fotodynamika funkcjonalizowanych arylami i N-donorami kompleksów metali z pochodnymi 2,6-bis(tiazolo-2-yl)pirydyny jako fotoaktywnych cytostatyków”, „Zjawisko fotoindukowanego wewnątrzcząsteczkowego przeniesienia elektronu w nowych pochodnych 1H-imidazo[4,5-f][1,10]fenantroliny.”

Otrzymaliśmy:

- Pierwszy dwuwymiarowy polimer koordynacyjnego $[\text{Co}(\text{dca})_2(\text{atz})_2]_n$, o właściwościach magnesów molekularnych (SIM). (*Dalton Trans.*, 2015, **44**, 2989-2992)
- Oksokompleksy wanadu(V) z pochodnymi 8-hydroksychinoliny, dla których wykazaliśmy dużą aktywność w reakcji utleniania cykloheksanu, wydajnością reakcji 38% i potwierdziliśmy, że mechanizm utleniania jest odmienny od powszechnie zachodzących reakcji typu Fentona. (*Inorg. Chem.*, 2018, **57**, 1824)
- Związki koordynacyjne platyny(II) z 2,6-bis(tiazol-2-yl)pirydynami podstawionymi arylami (fenantrenem, antracenen lub pirenem), wykazujące porównywalne do cisplatyny (3.9 μM) wartości IC_{50} względem raka jajnika oraz charakteryzujące się wysoką selektywnością. (*Dalton Trans.*, 2019, **48**, 13081-13093).
- Pierwszy zbadany pod kątem właściwości cytotoksycznych płaskokwadratowy związek miedzi(II), wykazujący 20-krotnie wyższą aktywność przeciwnowotworową niż cisplatyna względem komórek nowotworowych okrężnicy. (*Eur. J. Med. Chem.* 2021, **218**, 113404)
- Związki karbonylowe renu(I) z blisko leżącymi trypletowymi stanami wzbudzonymi $^3\text{MLCT}$ i $^3\text{ILCT}/^3\text{IL}$, które ze względu na długie czasy zaniku luminescencji, mogą znaleźć zastosowanie jako „rezerwuary” energetyczne. (*Inorg. Chem.* 2021, doi.org/10.1021/acs.inorgchem.1c02151).

Stale również poszerzamy nasze zaplecze aparaturowe. W latach 2017 – 2018 pozyskaliśmy finansowanie z Funduszu Nauki i Technologii Polskiej na rozbudowę pracowni spektroskopii i elektrochemii, a także dzięki dotacji MNiSW na inwestycje w zakresie dużej infrastruktury badawczej w 2018 roku utworzyliśmy pierwszą w regionie pracownię ultraszybką spektroskopii laserowej.

Realizując badania w naszym Zespole poszerzysz swoją wiedzę i umiejętności w zakresie projektowania i syntezy związków metali przejściowych o różnorodnych zastosowaniach, nauczysz się wykorzystywać metody rentgenostrukturalne i spektroskopowe do identyfikacji i ustalenia struktury związków oraz oceny ich parametrów jako materiałów funkcjonalnych. Dzięki bezpośredniemu dostępowi do nowoczesnej infrastruktury będziesz miał możliwość aktywnie uczestniczyć w realizowanych pracach badawczych, rozwijać swoje umiejętności praktyczne przydatne na dalszych etapach kariery.

Zespół Chemii Fizycznej

W naszym Zespole zajmujemy się badaniem wpływu struktury cieczy w szczególności cieczy jonowych na właściwości termiczne, akustyczne, transportowe i termodynamiczne, jak również elektrochemiczne. Badamy wpływ temperatury i ciśnienia na fizykochemiczne właściwości użytkowe paliw i biopaliw. Projektujemy stabilne długoterminowo dyspersje wielościennych nanorurek węglowych z cieczach jonowych (nanofluidy jonowe) bądź cieczach bazowych otrzymywanych z biomasy lub odpadowej gliceryny (nanofluidy). Właściwości otrzymanych nanofluidów jonowych oraz nanofluidów badamy pod kątem ich zastosowania jako układów do przekazywania i/lub magazynowania energii. Projektować będziemy nową klasę związków, hybryd molekularnych, tzw. IoCarboNanoFluids (ICON Fluids) zawierających

rozłączalne jak w zamku błyskawicznym, zaprojektowane chemicznie, poprzez kowalencyjną modyfikację jonami, nanorurki węglowe i cieczy jonowe.

W badaniach wykorzystujemy: metody akustyczne (pomiar prędkości ultradźwięków w funkcji temperatury i ciśnienia oraz absorpcji ultradźwiękowej unikatowymi na skalę światową przyrządami); pomiary kalorymetryczne (wyznaczanie izobarycznej pojemności cieplnej); dokonujemy charakterystyki reologicznej badanych układów (wykonujemy pomiary lepkości klasycznymi wiskozymetrami kapilarnymi (Ubbelohde'a, cannon fenske), wiskozymetrem rotacyjnym, reometrem); metody wolumetryczne (pomiary gęstości pod ciśnieniem atmosferycznym i w funkcji ciśnienia); pomiary przewodnictwa cieplnego; badania elektrochemiczne. Potrafimy wysuszyć ciecz jonową do zawartości wody rzędu kilku ppm i zmierzyć temperaturę z dokładnością $\pm 0,00001$ °C. W ścisłej współpracy z grupą prof. dr. hab. inż. Sławomira Boncla z Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej pracujemy nad nanofluidami jonowymi oraz IoCarboNanoFluids. We współpracy z ośrodkami międzynarodowymi i krajowymi prowadzimy badania naszych układów w zakresie ich struktury z wykorzystaniem unikatowej metody cryo-TEM (Wydział Chemii, Uniwersytet Cambridge), właściwości fazowych i pojemnościowych w stałej objętości (Instytut Energii Geotermalnej i Odnawialnej, Wspólny Instytut Wysokich Temperatur Rosyjskiej Akademii Nauk), cytotoksyczności (Instytut Fizyki UŚ, Instytut Biologii Medycznej PAN), wpływu na organizmy żywe (Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska UŚ), właściwości spektroskopowych (Instytut Inżynierii Materiałowej UŚ) jak również badania modelowe (Centro de Química Estrutural, Uniwersytet w Lizbonie).

Na przestrzeni kilku ostatnich lat w ramach projektu: „Otrzymywanie, stabilność, struktura i właściwości fizykochemiczne cieczy jonowych z nanostrukturami węglowymi jako materiałów do magazynowania energii” uzyskaliśmy niespotykane dotąd wzrosty przewodnictwa cieplnego nanofluidów jonowych skomponowanych z cieczy jonowych oraz wielościennych nanorurek węglowych o zoptymalizowanej morfologii zsyntezowanych przez grupę prof. dr. hab. inż. Sławomira Boncla. Uzyskany został po raz pierwszy rzeczywisty obraz warstwy cieczy jonowej o średniej grubości 4 nm na powierzchni nanorurki dzięki zastosowaniu unikatowej metody cryo-TEM. Mamy ugruntowaną i stałą współpracę z przemysłem. W ramach projektu: „Ekologiczny płyn do chłodnic samochodowych o innowacyjnych parametrach użytkowych”, realizowanego w ramach Programu sektorowego „INNOCHEM” Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, za zlecenie lidera - firmy Boryszew Spółka Akcyjna Oddział Boryszew ERG opracowaliśmy stabilne długoterminowo, o polepszonych właściwościach termicznych oraz optymalnych właściwościach reologicznych, nanofluidy na bazie wielościennych nanorurek węglowych oraz dioli otrzymanych z biomasy, co pozwala firmie na wdrożenie otrzymanego płynu. Badamy składniki biopaliw co zaowocowało licznymi publikacjami w czasopiśmie Fuel oraz, jako efekt współpracy z grupą prof. dr. hab. inż. Jarosława Polańskiego, udzieleniem patentu: „Sposób otrzymywania cyklicznych acetali lub ich mieszanin oraz ich zastosowanie jako dodatków do paliw” (P.430248). W ramach projektu: „IoCarboNanoFluids (ICON Fluids) jako nowa klasa projektowalnych układów wielojonowych funkcjonalizowanych nanorurkami węglowymi - kompleksowe zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych oraz architektury

molekularnej” tworzyć będziemy nową klasę układów wielojonowych opartych na kontrolowanej funkcjonalizacji nanorurek węglowych, które utworzą „zmontowaną” architekturę molekularną, wykazującą inteligentne i funkcjonalne właściwości wymagane w miniaturyzacji elektroniki. Badania realizowane są w nowoczesnych laboratoriach dzięki funduszom pozyskanym w projekcie: „Przebudowa pomieszczeń na potrzeby pracowni Instytutu Chemii, Dotacja celowa na finansowanie inwestycji budowlanej służącej potrzebom badań naukowych lub prac rozwojowych”.

Realizując badania w naszym Zespole Studenci poznają standardy badań fizykochemicznych oraz fizykochemiczne metody badawcze wykorzystywane do analizy właściwości płynów roboczych. Studenci rozumieją relacje pomiędzy strukturą molekularną badanych układów (nanofluidów jonowych, a w szczególności w rozpoczętych badaniach nowej klasy związków hybrydowych IoCarboNanoFluids) a ich właściwościami makroskopowymi, co pozwala Studentom na poszerzenie swojej wiedzy i umiejętności w zakresie projektowania układów o określonej strukturze i właściwościach dedykowanych określonym aplikacjom. Studenci będą mogli zsyntezować biodiesla z oleju rzepakowego lub kokosowego. Będą mogli również zsyntezować nanocząstki srebra lub miedzi w środowisku ekstraktu z owoców lub roślin (ang. green synthesis of nanoparticles). Studenci będą mogli dokonać charakterystyki wybranych płynów roboczych pod kątem ich zastosowania (w oparciu o wykonane pomiary wyznaczyć stałe materiałowe oraz parametry użytkowe). Studenci poznają metody analizy i prezentacji danych: statystyczne i graficzne. Studenci poznają również nowoczesne metody rozwiązywania problemów, użyteczne w pracy chemika, w oparciu o myślenie systemowe (systems thinking), zarządzanie czasem (time management), zasady pracy w grupie (team work).

Zespół zastosowań termodynamiki

W naszym Zespole zajmujemy się wieloma aspektami nowoczesnej zaawansowanej termodynamiki. Podstawowe nasze badania skupiają się na charakterystyce właściwości powierzchniowych roztworów surfaktantów, zwilżalności powierzchni ciał stałych, wyznaczaniu ich energii powierzchniowej oraz napięcia międzyfazowego. Prowadzimy również regularne badania nad charakterystyką oraz modelowaniem termodynamicznym szeroko rozumianych płynów technologicznych jak np. paliw, biopaliw, cieczy hydraulicznych, cieczy jonowych, itd. Obecnie nasze zainteresowania badawcze w dużym stopniu skoncentrowane są na realizacji europejskiego projektu H2020, w ramach którego zajmujemy się poszukiwaniem i testowaniem materiałów, które mogą być wykorzystane do zbudowania wysokosprawnych amortyzatorów zdolnych do przekształcania niechcianych efektów powstających podczas jazdy samochodem (drżania mechaniczne) do zwiększenia efektywności energetycznej samochodu.

W badaniach wykorzystujemy unikatowy w skali światowej kalorymetr wysokociśnieniowy – tranzycjometr skaningowy, pozwalający na rejestrację przepływu ciepła i zmian objętości badanego układu wraz z możliwością śledzenia ewolucji przejścia fazowego substancji

spowodowanego zmianami temperatury i ciśnienia. Inna klasa wykorzystywanego oprzyrządowania to tzw. tensjometry/goniometry do pomiarów napięcia powierzchniowego/międzyfazowego, kąta zwilżania oraz energii powierzchniowej ciał stałych.

Na przestrzeni kilku ostatnich lat koncentrujemy się na poszukiwaniu nowych i kontynuowaniu istniejących już współprac z ośrodkami w kraju i zagranicą; te ostatnie które pozwoliły nam na uzyskanie finansowania europejskiego projektu w konsorcjum realizującym projekt poświęcony konwersji energii odpadowej w ramach prestiżowego programu Horyzont 2020 FET Proactive. Kontynuujemy również prace nad badaniem właściwości cieczy jonowych, które mogłyby mieć zastosowanie praktyczne, co zaowocowało udzieleniem patentu dla zastosowania tych związków, jako składników aktywnych w preparatach przeciwgrzybiczych do konserwacji materiałów papierowych, zwłaszcza zabytków literatury (P.427604)

Realizując badania w naszym Zespole poszerzysz swoją wiedzę w zakresie zaawansowanej termodynamiki. Nabędziesz praktycznych umiejętności pozwalających wyznaczać właściwości powierzchniowe materiałów oraz wiedzę jak praktycznie je wykorzystywać w różnych gałęziach przemysłu: m. in. w zastosowaniach do magazynowania energii, farmacji, kosmetologii, w przemyśle chemicznym. Ponadto zaznajomisz się z unikatowym instrumentarium; nauczysz się korzystać z narzędzi do modelowania termodynamicznego oraz przewidywania właściwości termodynamicznych płynów o znaczeniu technologicznym.