

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

PANEL
Fizykochemia i Inżynieria Nanomateriałów

Kierownik: Dr hab. Paweł Wydro, prof. UJ

e-mail: wydro@chemia.uj.edu.pl

Zakład Chemii Fizycznej i Elektrochemii

Zakład Chemii Środowiska

Zakład Technologii Chemicznej

Kursy prowadzone w ramach panelu

Laboratorium specjalizacyjne panelu Fizykochemia i Inżynieria Nanomateriałów

Fizykochemia nanomateriałów

Polimery dla potrzeb nanotechnologii

Charakterystyka elektrochemiczna materiałów: podejście eksperymentalne i interpretacyjne

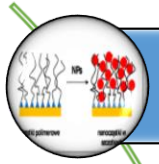
Oddziaływania międzycząsteczkowe w funkcjonalnych materiałach węglowych oraz makrocząsteczkach

Fizykochemia wielofunkcyjnych warstw powierzchniowych

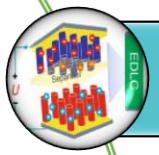
Nanomateriały – od innowacji do bezpieczeństwa: zastosowanie i ocena ryzyka

- ✓ **Większość kursów na zaliczenie**
- ✓ **Kursy w formie warsztatów**
- ✓ **Zajęcia z wykorszystaniem najnowocześniejszej aparatury**

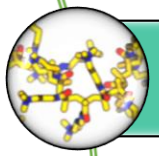
zespoły badawcze



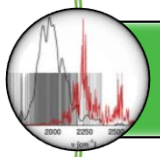
Zespół Nanotechnologii Polimerów i Biomateriałów



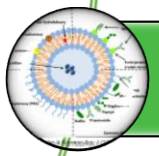
Zespół Elektrochemii



Zespół Badań Fotochemicznych i Luminescencyjnych



Zespół Spektroskopii Molekularnej



Zespół Fizykochemii Powierzchni



Zespół Fizykochemicznych Badań Środowiskowych



Zespół Technologii Materiałów i Nanomateriałów

Zespół Nanotechnologii Polimerów i Biomateriałów

Prof. dr hab. Szczepan Zapotoczny - kierownik
Prof. dr hab. Krzysztof Szczubiałka
Dr hab. Anna Karewicz, prof. UJ
Dr hab. Joanna Lewandowska-Łańcucka, prof. UJ
Dr hab. Kamil Kamiński, prof. UJ

Dr hab. Tomasz Uchacz
Dr hab. Łukasz Łapok
Dr Karol Wolski
Dr Arkadiusz Gut

PERSPEKTYWY

- **dostęp do najnowocześniejszych metod badawczych (np. AFM, SEM, mikroskop konfokalny, LC-MS, FTIR-ATR, GPC, DLS, NTA)**
- **współpraca z innymi jednostkami (np. ACMiN AGH, WIMiR/WIMiC AGH, Collegium Medicum, WBBiB UJ, Solaris, Politechnika Rzeszowska)**

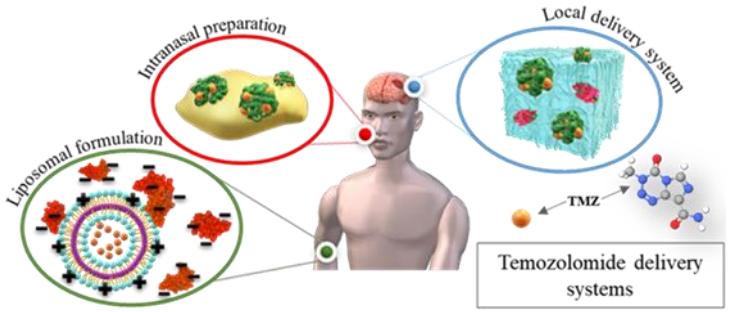
AGH
ACMiN AGH
WYDZIAŁ BIOCHEMII, BIOFIZYKI I BIOTECHNOLOGII
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI COLLEGIUM MEDICUM W KRAKOWIE
SOLARIS NARODOWE CENTRUM PROMIENIOWANIA SYNCHROTRONOWEGO
POLITECHNIKA RZESZOWSKA im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

- **możliwość realizacji prac badawczych w ramach stypendiów w projektach badawczych**

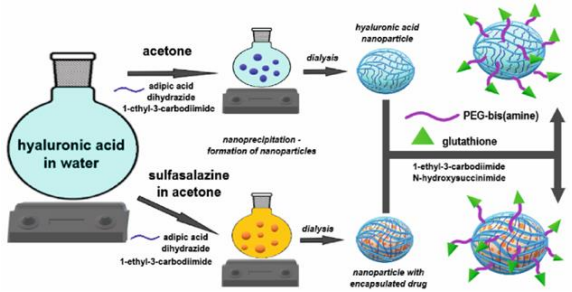
UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

PRZYKŁADOWA TEMATYKA BADAWCZA

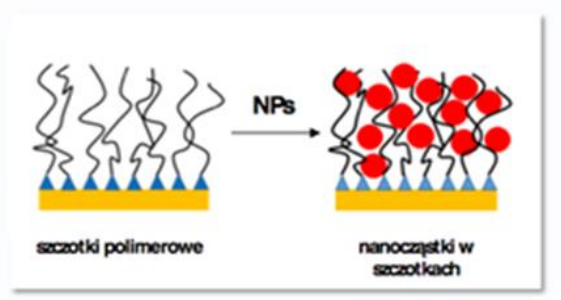
Materiały hybrydowe dla terapii glejaka mózgu



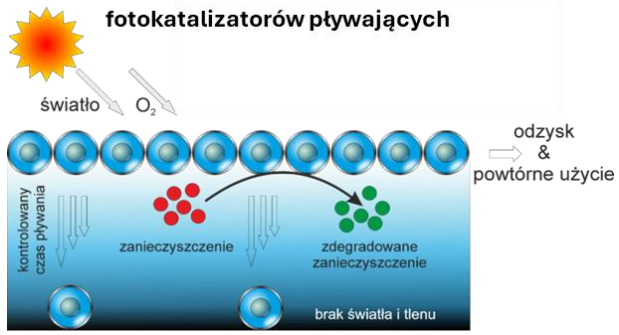
Nanocząstki do diagnostyki i celowanej terapii przeciwnowotworowej



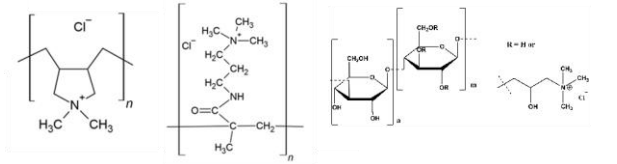
Układy hybrydowe - nanocząstki w szczotkach polimerowych

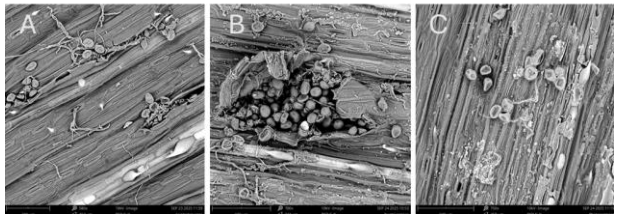


Pływające fotokatalizatory oparte na polimerze naturalnym

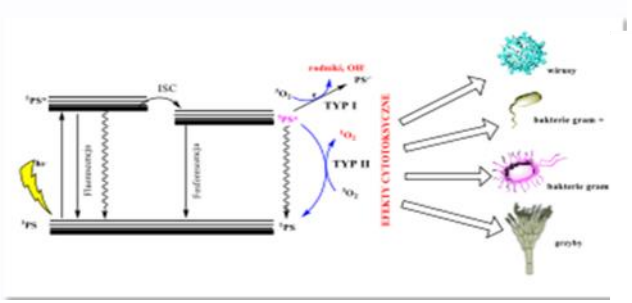


Polimery o własnościach przeciwgrzybiczych(medycyna) i przeciwgrzybowych(środki ochrony roślin)

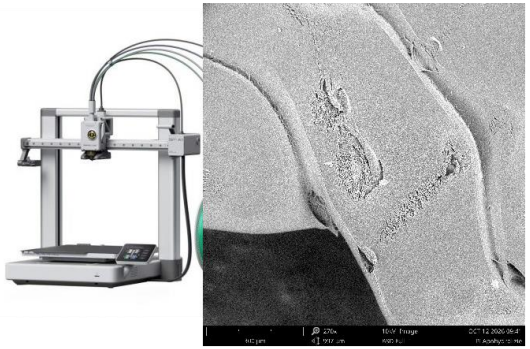




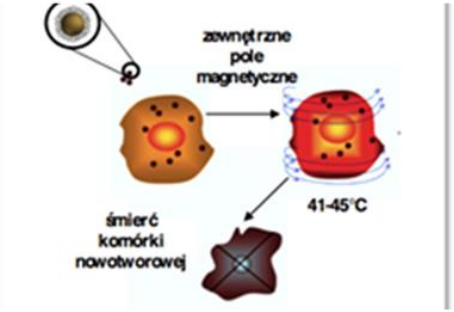
Jodowane subftalocyjaniny jako efektywne fotouczulacze dla terapii przeciwbakteryjnej



Zastosowanie druku 3D w produkcji ekologicznej



Nanocząstki SPION w hipertermii magnetycznej



TERMOCHROMIZM POD KONTROLĄ

Nanopłytki polidiacetylenowe w naturalnej matrycy alginianowej

Zastosowanie | Biosensory i diagnostyka, wskaźniki świeżości i zepsucia żywności, czujniki temperatury i naprężeń.

Kontakt | prof. dr hab. Szczepan Zapotoczny, dr hab. Tomasz Uchacz, prof. UJ, mgr Piotr Wieczorek

JAK POWSTAJE MATERIAŁ?

01 **Modyfikacja PCDA**
Dodatkowe grupy amidowe

02 **Nanopłytki 2D**
200–700 nm; grubość ~5 nm

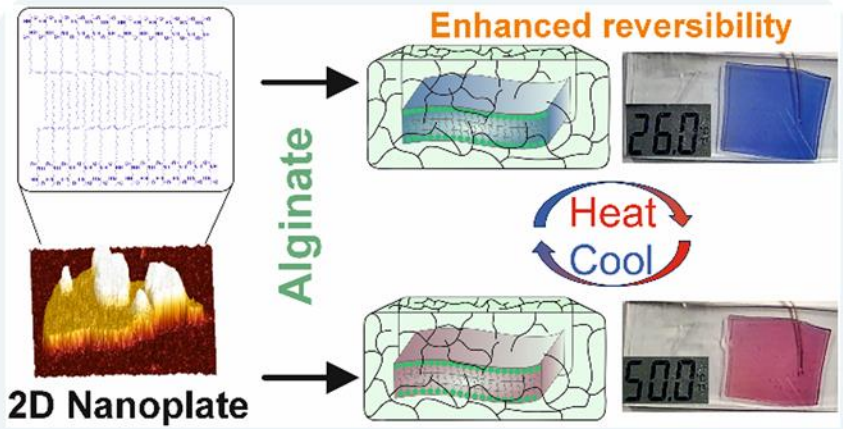
03 **Fotopolimeryzacja**
UV 254 nm → niebieska PDA

04 **Matryca alginianowa**
Wiązania H i sieciowanie Ca^{2+}

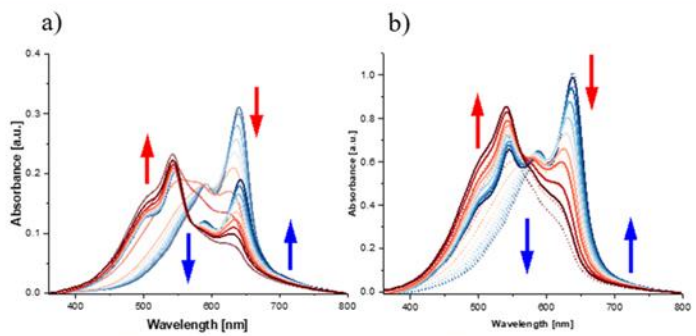
ODZYSK BARWY NIEBIESKIEJ PO OCHŁODZENIU

PCDA-3D	7%
PCDA-NH-2D	26%
2D + 0,001% alginianu	44%
2D + żel sieciowany Ca^{2+}	68%

MECHANIZM ZMIANY BARWY



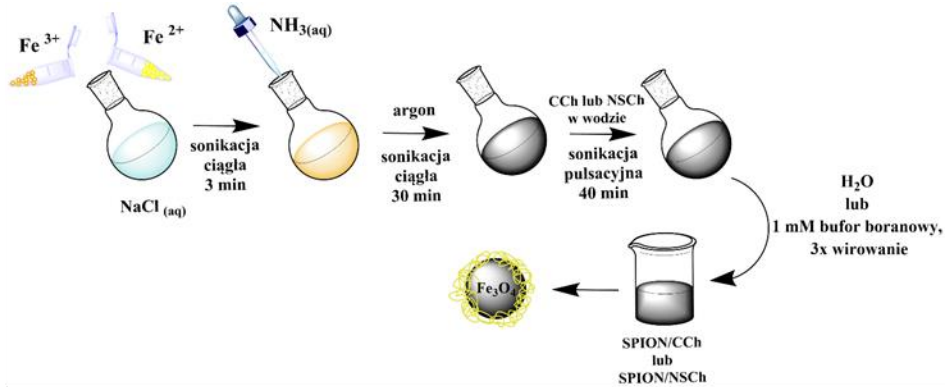
Ogrzewanie: niebieski → czerwony | Chłodzenie: częściowy powrót



PCDA-NH-2D-Alg (a) PCDA-NH-2D-Gel (b)

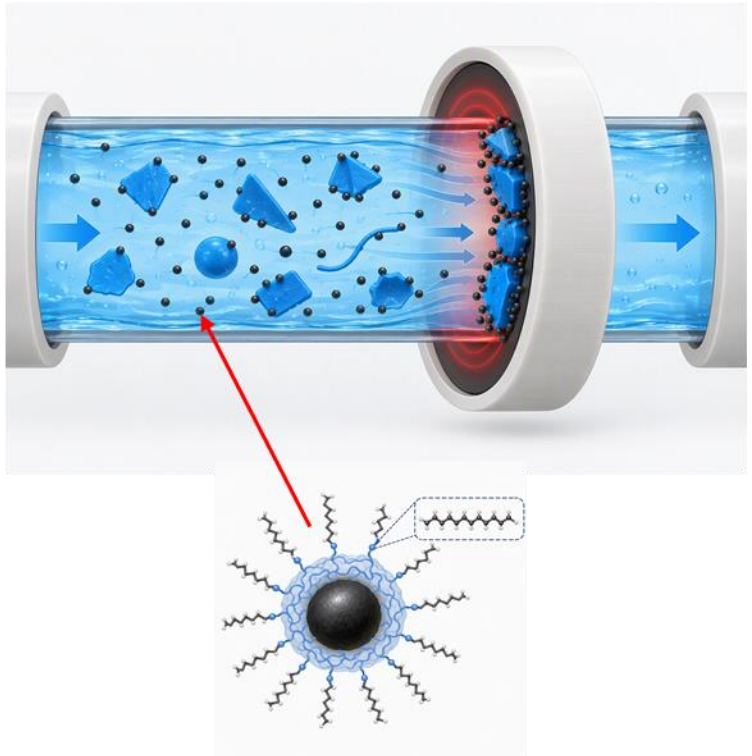
Journal of Materials Chemistry C (2025), 13, 17300–17312 • DOI: 10.1039/d5tc01233c

Dr hab. Anna Karewicz, prof. UJ
Zespół Nanotechnologii Polimerów i Biomateriałów
Anna.Karewicz@uj.edu.pl Pokój D1-30

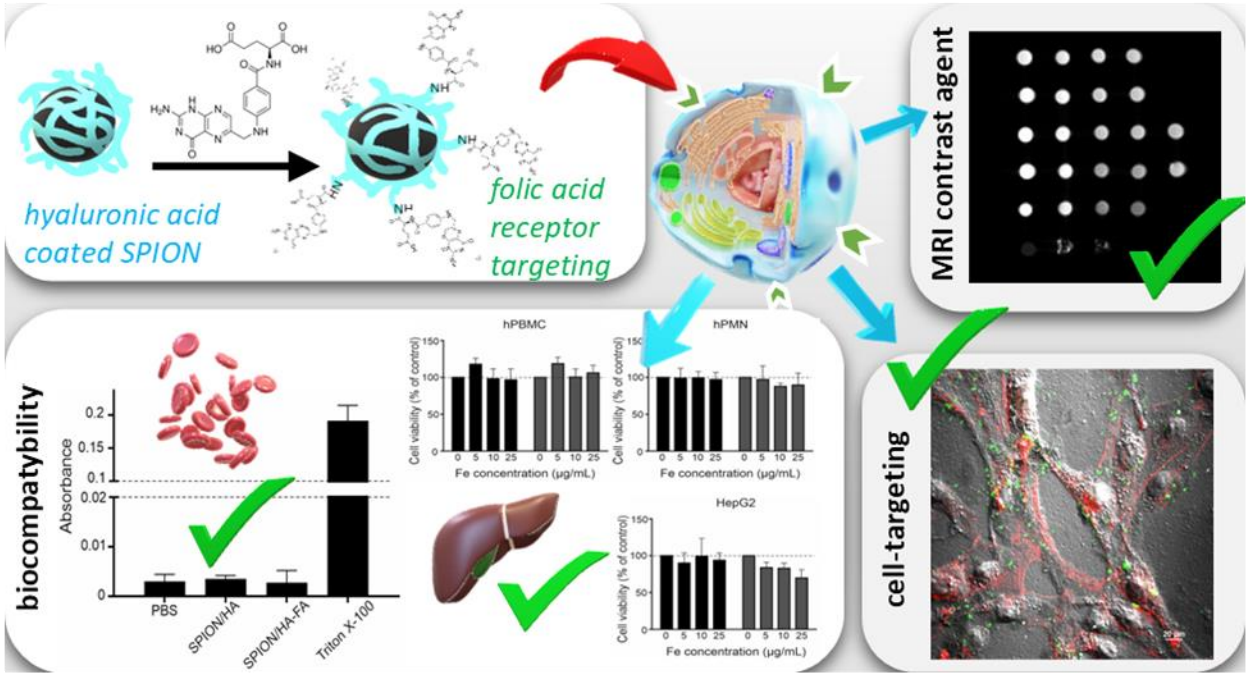


- Kontrolowane dostarczanie leków (mikrocząstki i nanocząstki polimerowe)
- Superparamagnetyczne nanocząstki tlenku żelaza (SPION) w medycynie
- Nanocząstki magnetyczne w usuwaniu mikroplastików

SPION sfunkcjonalizowane kationową pochodną chitozanu i łańcuchami alkilowymi do magnetycznego wychwytu mikroplastiku w przepływie

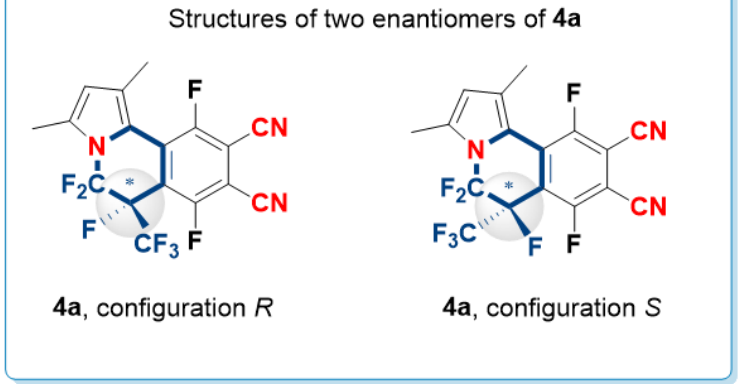


SPION sfunkcjonalizowane kwasem hialuronowym i kwasem foliowym do selektywnego obrazowania guzów metodą MRI



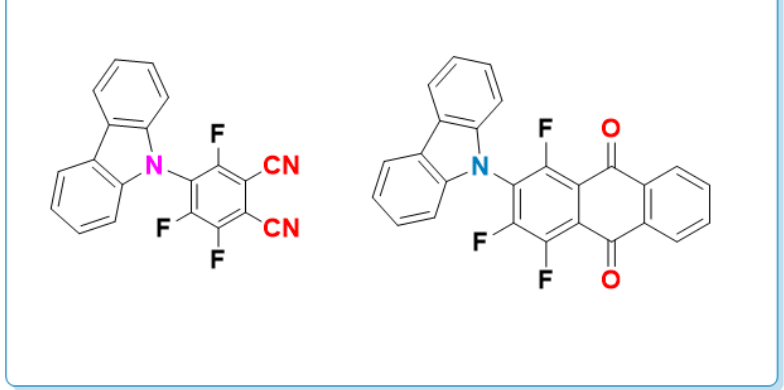
Dr hab. Łukasz Łapok
Zespół Nanotechnologii Polimerów i Biomateriałów
lukasz.lapok@uj.edu.pl

Funkcjonalne materiały luminescencyjne

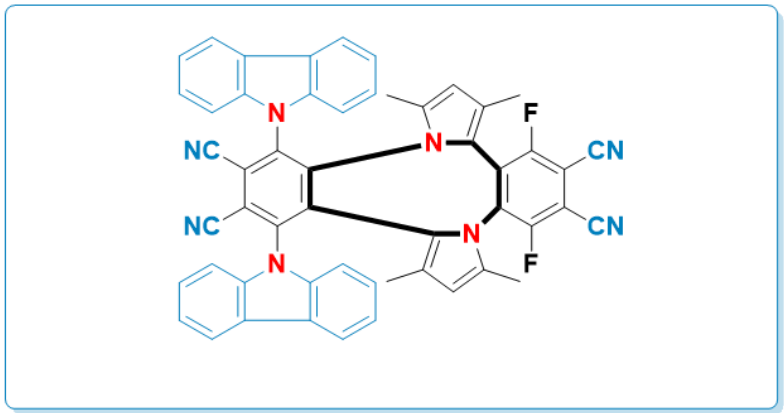


Właściwości chiralooptyczne - CPL, ECD, VCD

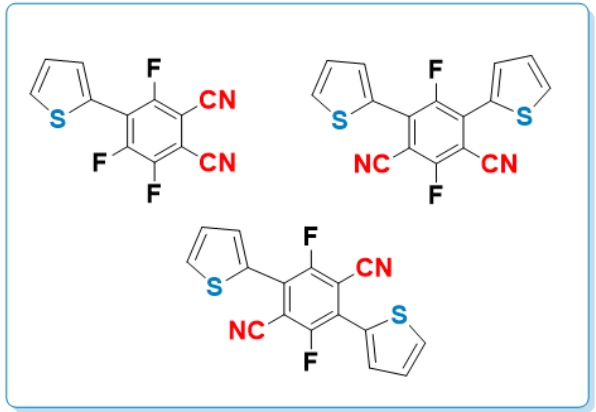
- Właściwości spektroskopowe
- Spektroskopia czasowo-rozdzielcza
- Pomiary fosforescencji
- Elektrochemia
- Elektroluminescencja
- Diody OLED



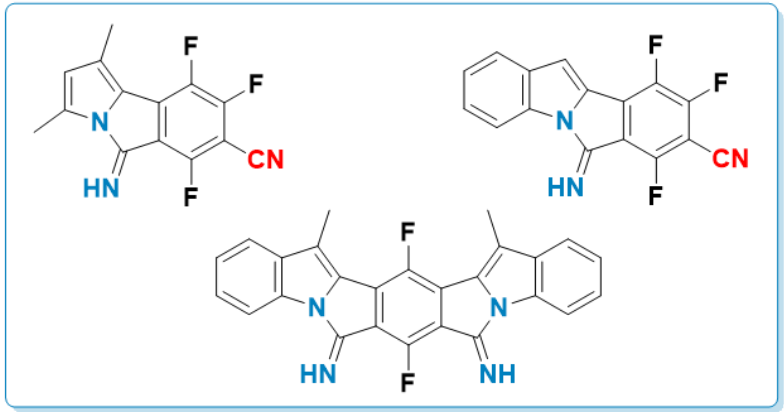
Termicznie aktywowana opóźniona fluorescencja (TADF)



Kwadrupole z luminescencją TADF



Silne fosfory RTP



Luminofory światła niebieskiego

Zespół Elektrochemii

Prof. dr hab. Grzegorz Sulka – kierownik Zespołu

Dr hab. Leszek Zaraska, prof. UJ

Dr hab. Karolina Syrek

Dr Magdalena Gurgul-Bednarczyk

Dr Agnieszka Brzózka

Dr Joanna Kapusta-Kołodziej

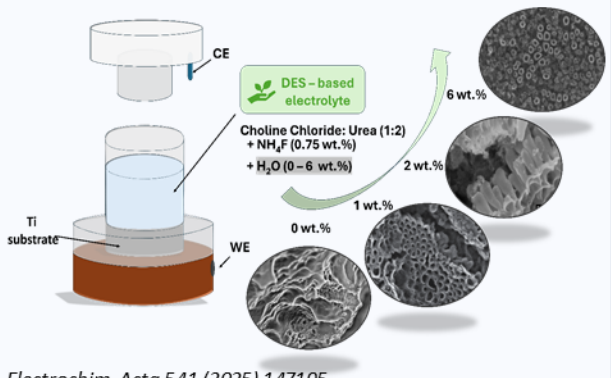
PRZYKŁADOWA TEMATYKA BADAWCZA

Wytwarzanie materiałów funkcjonalnych

Projektowanie elektrolitów, warunków syntezy i architektury powierzchni

Anodyzacja metali

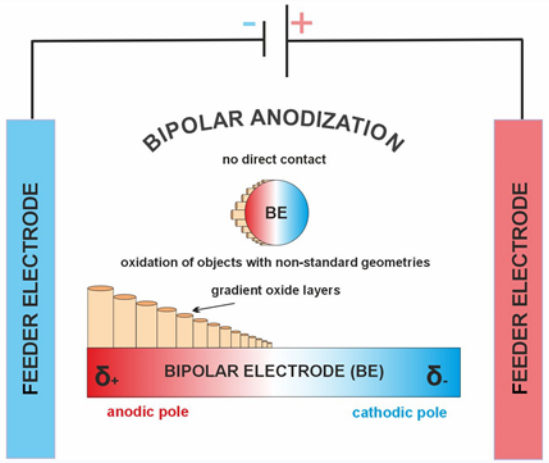
Wytwarzanie funkcjonalnych warstw tlenkowych, w tym TiO_2, w nowych elektrolitach.



Electrochim. Acta 541 (2025) 147195

Elektrochemia bipolarna

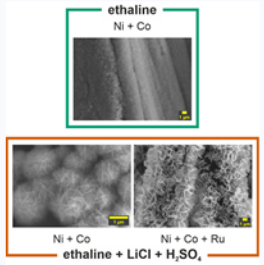
Wykorzystanie elektrochemii bipolarnej do uzyskiwania materiałów funkcjonalnych o unikalnych właściwościach



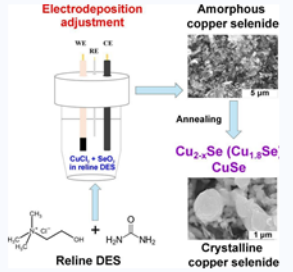
Materials and Design – under review

Elektroosadzanie z DES

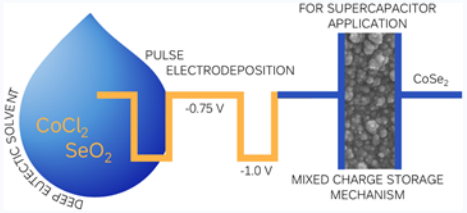
Osadzanie materiałów metal-niemetal oraz badanie wpływu składu kąpieli i parametrów procesu



Electrochim. Acta 526 (2025) 146179



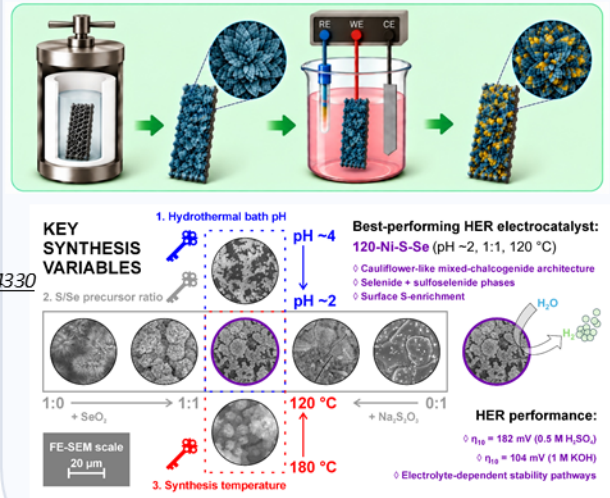
Appl. Surf. Sci. 713 (2025) 164330



J. Mater. Chem. A 14 (2026) 42436-42452

Synteza hydrotermalna

Otrzymywanie nanostrukturalnych elektrokatalizatorów, m.in. Ni-S-Se



J. Mater. Chem. A 14 (2026) 41181-41199

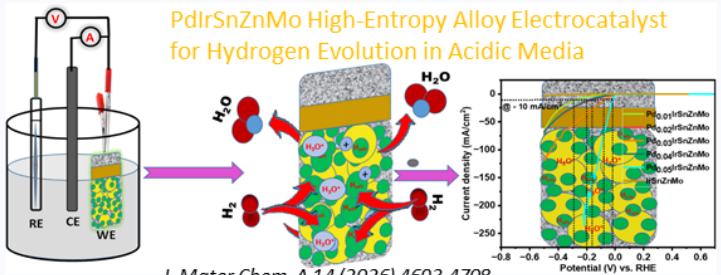
Elektrokataliza, magazynowanie energii i fotoelektrochemia

Od superkondensatorów i elektrokatalizy, przez fotoelektrochemiczne wykorzystanie energii słonecznej

Katalizatory HER i OER

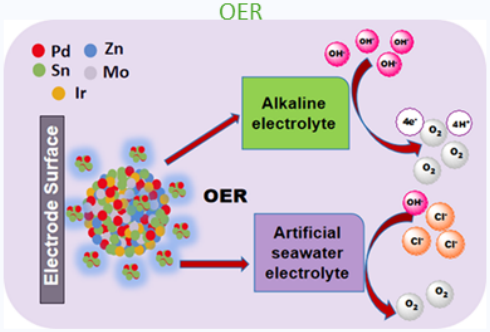
Katalizatory otrzymywane elektrochemicznie, hydrotermalnie i termicznie: charakterystyka i aktywność HER/OER

PdIrSnZnMo High-Entropy Alloy Electrocatalyst for Hydrogen Evolution in Acidic Media



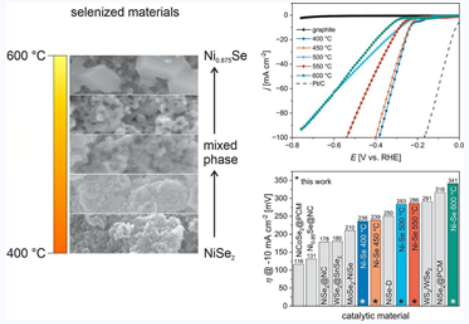
J. Mater Chem. A 14 (2026) 4693-4708

Solvothermal Synthesis of PdIrSnZnMo OER



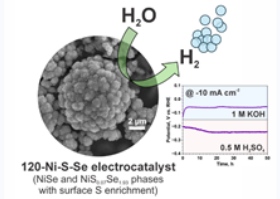
ACS Appl. Nano Mater. 9 (2026) 8238 - 8251

Electrocatalytic Activity of Ni–Se Materials Obtained via Thermal Selenization



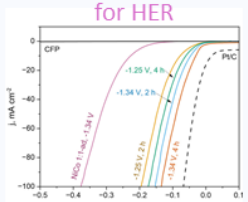
Appl. Surf. Sci. 689 (2025) 162483

Ni-S-Se Electrocatalysts for HER



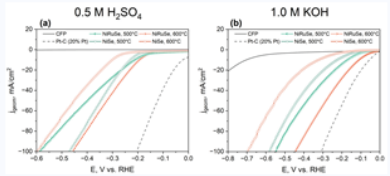
J. Mater. Chem. A 14 (2026) 41181-41199

Ni-Co-Ru materials for HER



Electrochim. Acta 526 (2025) 146179

Ni-Ru-Se materials for HER

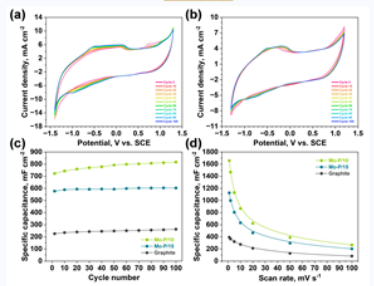


J. Phys. Chem. C 128 (2024) 16320-16333

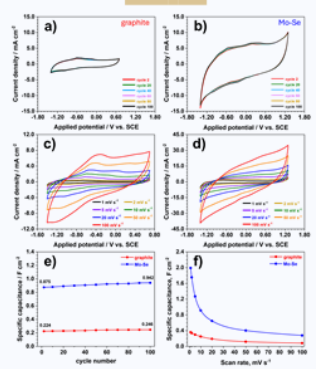
Superkondensatory

Badanie pojemnościowych właściwości materiałów elektrodowych

Mo-P



Mo-Se

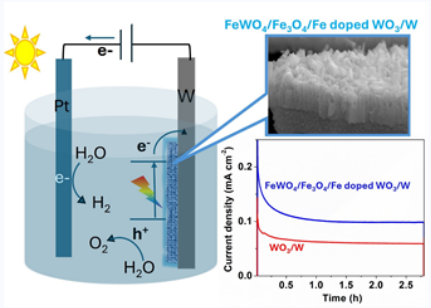


In preparation

Fotoanody i heterozłącza

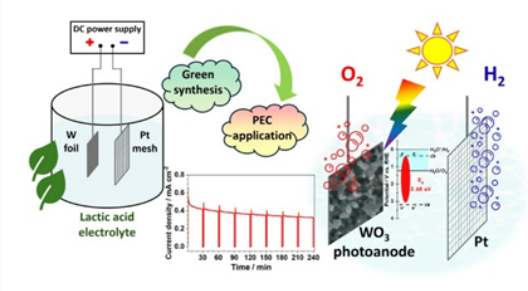
Projektowanie i modyfikacja materiałów fotoaktywnych do procesów fotoelektrochemicznych, w tym konwersji energii słonecznej i utleniania związków chemicznych

Hydrothermal Modification of Anodic WO_3 Photoelectrodes via Fe Doping and $Fe_3O_4/FeWO_4$ Formation



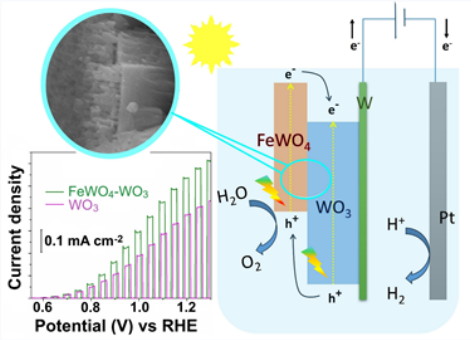
ACS Appl. Mater. Interfaces 17 (2025) 30284-30296

Green Anodization of Nanostructured WO_3 for Photoelectrochemical Water Splitting



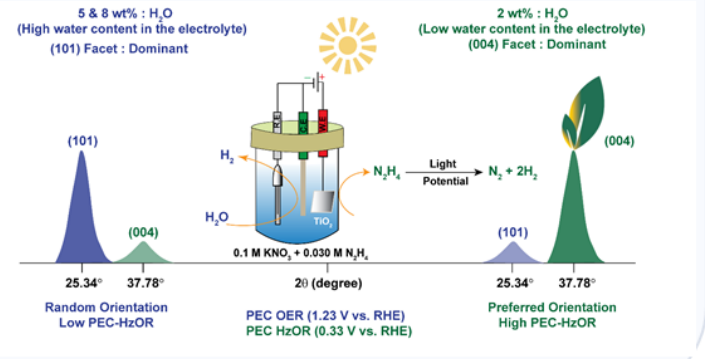
Sustainable Materials and Technologies 46 (2025) e01662

Photoelectrochemical Water Splitting Using Porous WO_3 Photoelectrodes Decorated with $FeWO_4$ Nanoparticles



Materials & Design 260 (2025) 115018

Photo Electrochemial Hydrazine Oxidation (PEC-HzOR)



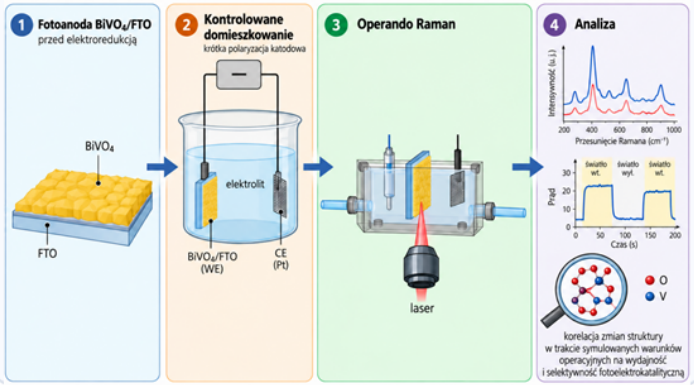
J. Power Sources 686 (2026) 240502

Zaawansowana charakterystyka materiałów fotoaktywnych

Od inżynierii światła w kryształach fotonicznych po badania procesów fotoelektrochemicznych metodą spektroskopii Ramana in situ i operando.

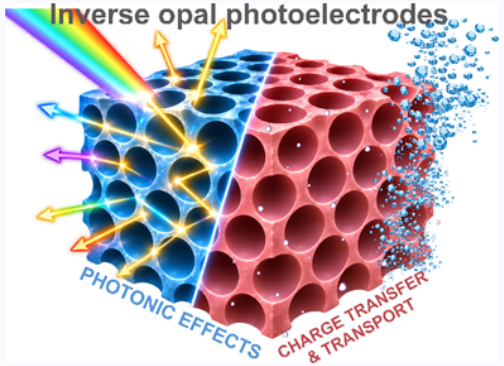
Raman in situ / operando

Badanie $BiVO_4$ po elektroredukcji z wykorzystaniem spektroskopii Ramana *in situ* i *operando*



Kryształy fotoniczne

Inżynieria światła w kryształach fotonicznych dla efektywnej konwersji energii



https://elektro.chemia.uj.edu.pl/start

Tematyka prac magisterskich

- Nowe elektrokatalizatory do reakcji wydzielania wodoru i tlenu (prof. dr hab. G. Sulka)
- Heterozłącza typu $FeVO_4/WO_3$ do zastosowań fotoelektrochemicznych (prof. dr hab. G. Sulka)
- Rozwijanie elektrochemicznych metod wytwarzania materiałów nanostrukturalnych (dr hab. L. Zaraska, prof. UJ)
- -Wykorzystanie elektrochemii bipolarnej do uzyskiwania materiałów funkcjonalnych o unikalnych właściwościach (dr hab. L. Zaraska, prof. UJ)
- Foto- i elektrochemiczna detekcja farmaceutyków (dr hab. K. Syrek)
- -Synteza i charakterystyka hybrydowych fotoelektrod do produkcji wodoru i waloryzacji związków organicznych (dr hab. K. Syrek)
- Zastosowanie spektroskopii Ramana in situ i operando do charakterystyki elektrochemicznie modyfikowanych fotoanod (dr M. Gurgul-Bednarczyk)
- Inżynieria światła w kryształach fotonicznych dla efektywnej konwersji energii (dr M. Gurgul-Bednarczyk)
- Anodyzacja tytanu w alternatywnych elektrolitach - projektowanie funkcjonalnych warstw tlenkowych (dr A. Brzózka)
- Projektowanie i charakterystyka układów elektrokatalitycznych z wykorzystaniem rozpuszczalników głęboko eutektycznych (dr A. Brzózka)

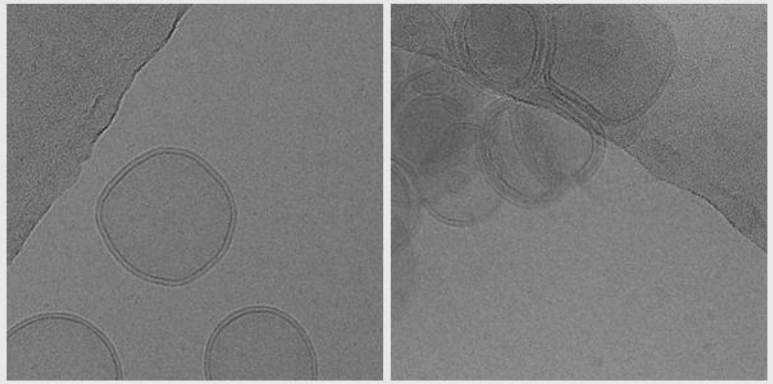
Zespół Badań Fotochemicznych i Luminescencyjnych

Dr hab. Mariusz Kępczyński – kierownik
m.kepczynski@uj.edu.pl
Dr Dorota Jamróz
Mgr Magdalena Górniewicz-Lorens
Mgr Teodozjusz Hlibowicki

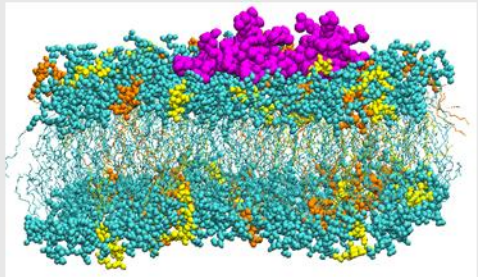
ZESPÓŁ BADAŃ FOTOCHEMICZNYCH I LUMINESCENCYJNYCH

Tematyka badawcza rozwijana w zespole

Polimery antybakteryjne

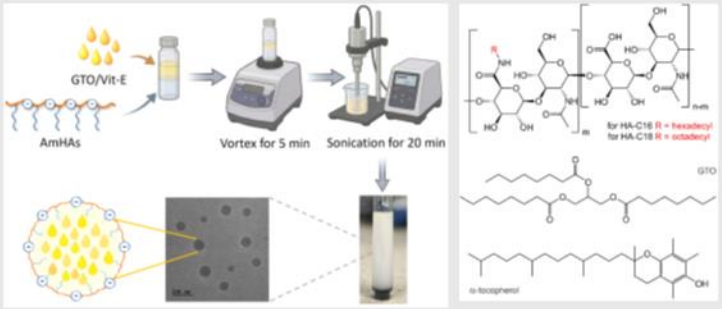


Liposomy otrzymane z ekstraktu z bakterii E. coli bez polikationu (po lewej) oraz traktowane polikationem (po prawej)

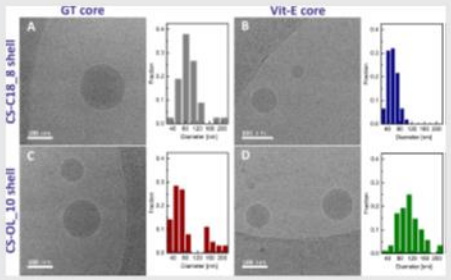


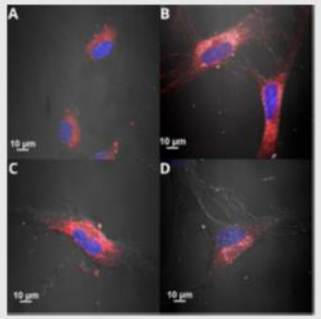
Symulacje komputerowe zachowania się polikationu na modelowej dwuwarstwie bakteryjnej

Nanostruktury polimerowe i lipidowe do dostarczania leków



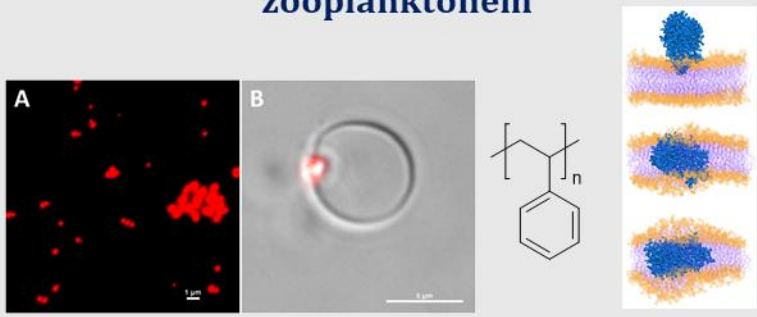
Preparatyka nanoemulsji stabilizowanych kwasem hialuronowym zawierających fazę olejową składajaca się z mieszaniny trójglicerydu i witaminy E



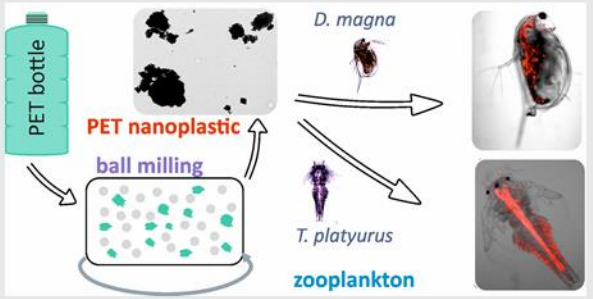


Mikrografie cryo-TEM nanoemulsji stabilizowanych siarczanem chondroityny oraz internalizacja nanokapsułek przez fibroblasty ludzkiej skóry (HSFs)

Oddziaływanie nanoplastiku z komórkami i zooplanktonem



Nanocząstki polistyrenowe (PSNPs) wybarwionych czerwienią Nilu (NR) (A), pęcherzyki lipidowe POPC inkubowanych z nanocząstkami polistyrenowymi. Symulacje komputerowe wnikania PSNP do membrany lipidowej



Otrzymywanie nanoplastików z poli(terefatlanu etylenu) (PET) przez mielenie kulowe oraz badanie ich wpływu na toksyczność ostrą u *Daphnia magna* (rozwielitka) i Thamnocephalus platyurus

Zespół Badań Fotochemicznych i Luminescencyjnych

Wybrane metody badawcze stosowane w zespole



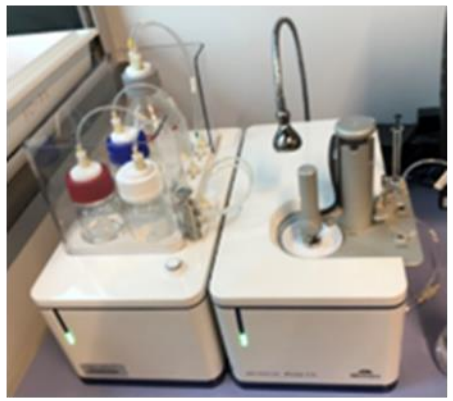


Obrazowanie próbek za pomocą mikroskopii optycznej i konfokalnej z możliwością pomiarów widm emisyjnych fluoroforów





Pomiary widm absorpcyjnych i emisyjnych nanostruktur znakowanych barwnikami

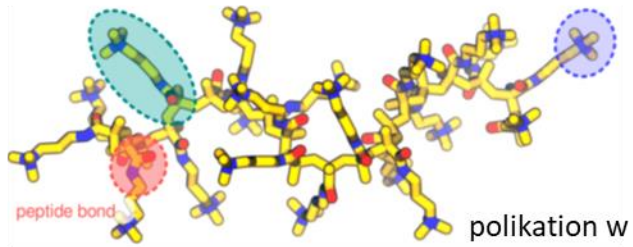


Kalorymetria miareczkowania izotermicznego (ITC) i skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC)

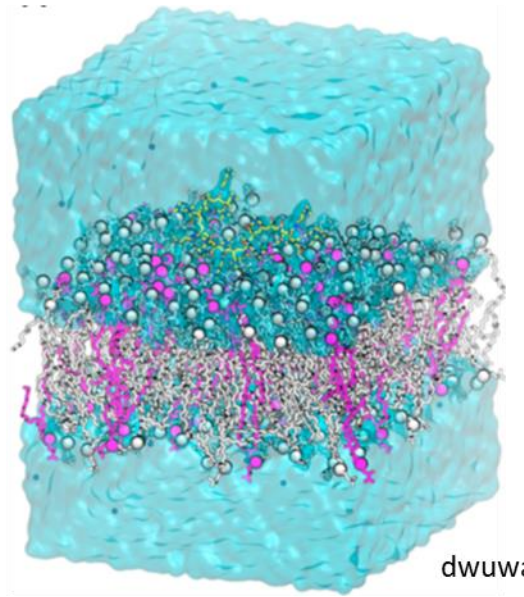


Dynamiczne rozpraszanie światła (DLS)

Symulacje komputerowe metodami dynamiki molekularnej (MD simulations) układów biologicznych



polikation w wodzie

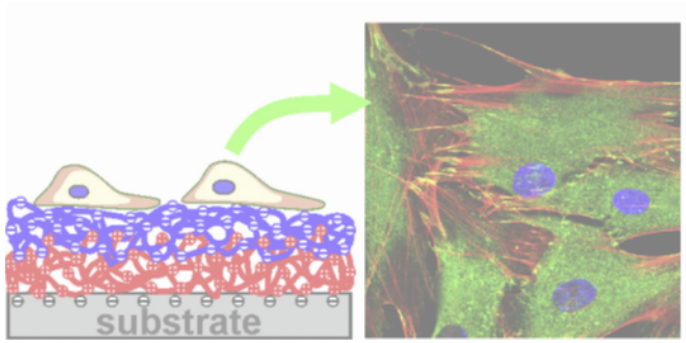


dwuwarstwa lipidowa

Zespół Badań Fotochemicznych i Luminescencyjnych

Przykładowe tematy prac magisterskich i licencjackich:

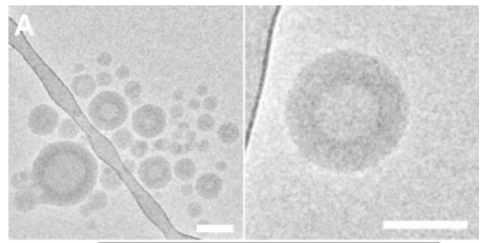
- Badania wpływu polimerów na modelowe błony komórek skóry.
- Badanie oddziaływań polikationów z komórkami ludzkiej skóry.
- Badanie mechanizmów śmierci komórkowej indukowanej przez polikationy.
- Formulacje leków w oparciu o kwas hialuronowy.
- Wpływ nanoplastików na zachowanie zooplanktonu.

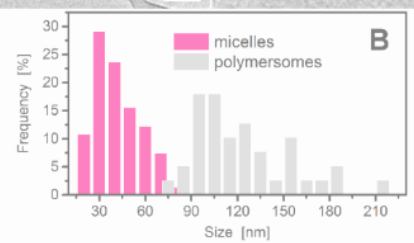


Realizowane projekty naukowe:

Projekt badawczy OPUS-26 „Mechanizmy cytotoksyczności i aktywności antybakteryjnej polikationów” finansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki

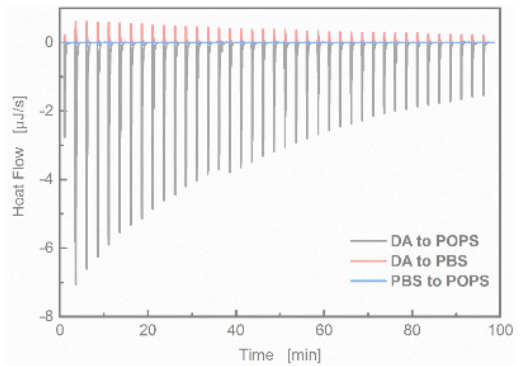
możliwość realizacji prac badawczych w ramach stypendiów w projektach badawczych





Zespół współpracuje z kilkom ośrodkami badawczymi:

- Department of Physics, University of Helsinki, Finland,
- School of Physical and Chemical Sciences, Queen Mary University of London, United Kingdom,
- Department of Applied Chemistry, University of Hyogo, Japan,
- Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum,
- Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN, Zabrze,
- Zakład Biologii Komórki, Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ,



Kontakt: dr hab. Mariusz Kępczyński, e-mail: m.kepczynski@uj.edu.pl

Zespół Spektroskopii Molekularnej

- Modelowanie właściwości układów molekularnych zawierających wiązania wodorowe (symulacja widm IR, badanie dynamiki procesów przeniesienia protonu, …);
- Eksploracja procesów zachodzących w układach makrocząsteczkowych (przemiany fazowe w polimerach, reakcje enzymatyczne, …);
- Badanie mechanizmów przemian cząsteczek w stanie wzbudzonym (reakcje fotochemiczne, procesy luminescencji, …);

Dynamika molekularna

Metody QM/MM

Symulacje TD-DFT

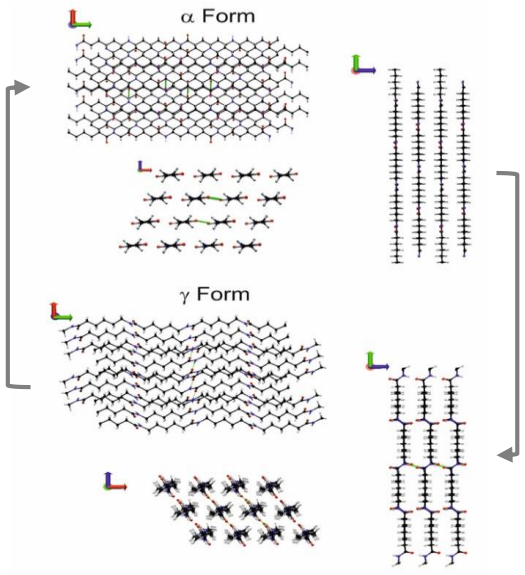
Analiza faktorowa

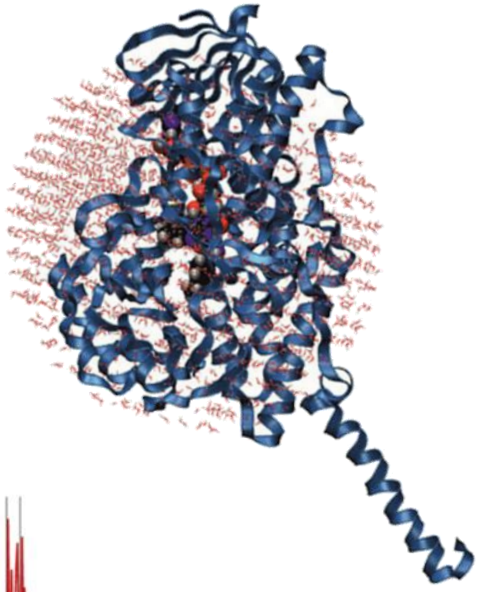
i wiele innych…

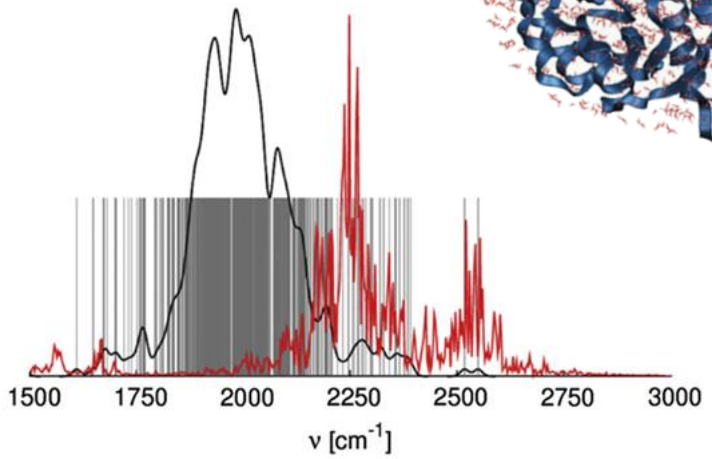
Dr hab. Mateusz Brela, prof. UJ

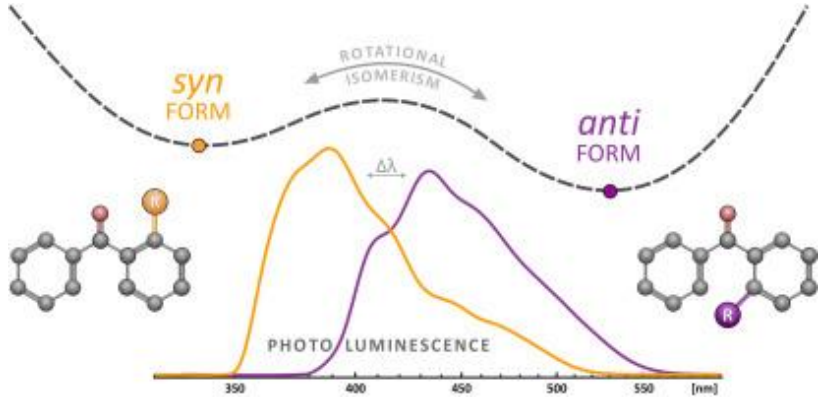
Dr Łukasz Boda

Dr Andrzej Kałka









Zespół Fizykochemii Powierzchni

Dr hab. Paweł Wydro, prof. UJ - kierownik

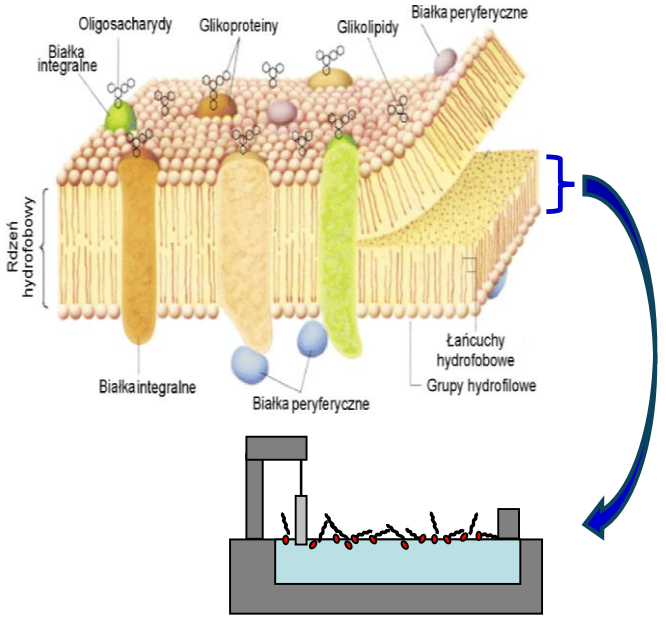
Dr hab. Beata Korchowiec, prof. UJ

Dr Barbara Gzyl-Malcher

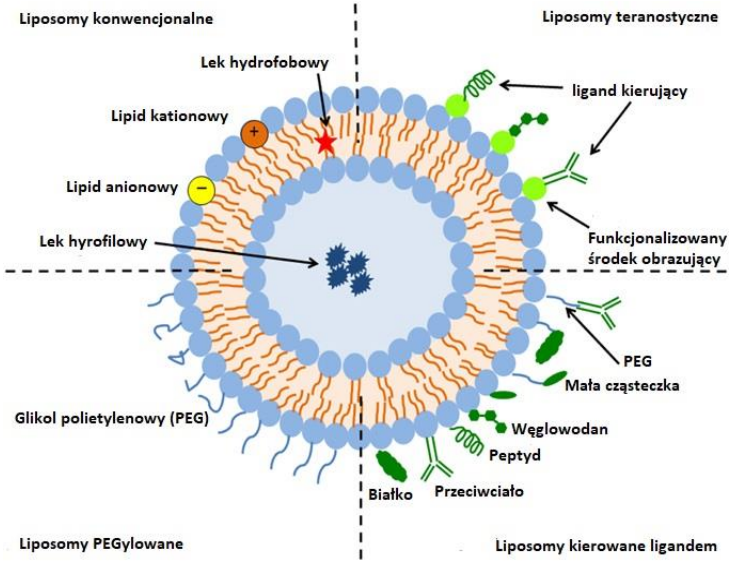
Dr Marzena Mach

PRZYKŁADOWA TEMATYKA BADAWCZA

Badanie wpływu substancji bioaktywnych na modelowe membrany lipidowe



Zastosowanie liposomów jako modeli biomembran i nośników leków w terapii celowanej



Sercombe L.et al, Frontiers in Pharmacology, 6 (2015) 1.

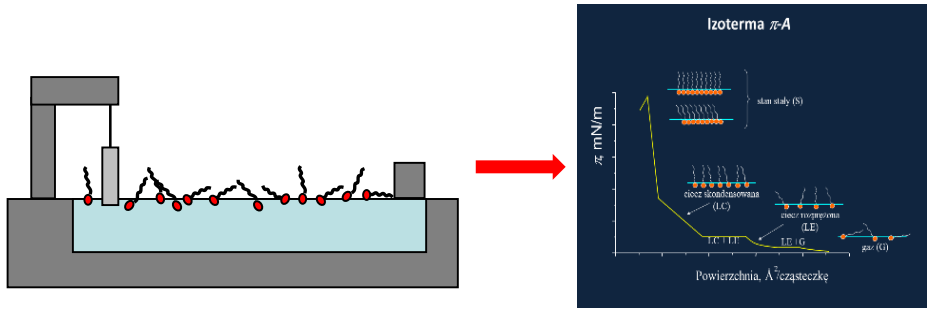
WSPÓŁPRACA

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

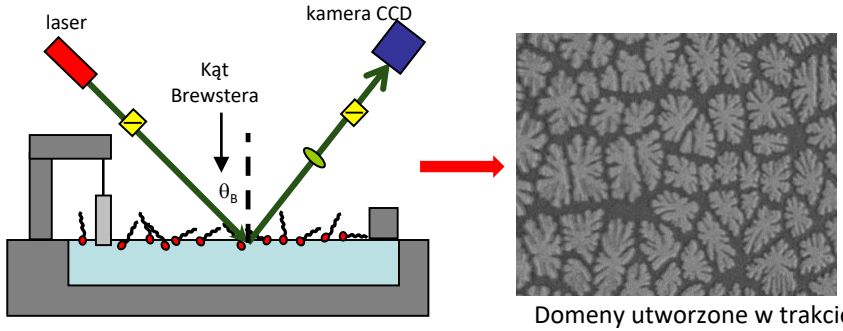
WYDZIAŁ BIOCHEMII, BIOFIZYKI I BIOTECHNOLOGII

GŁÓWNE TECHNIKI BADAWCZE

Technika monowarstw Langmuira

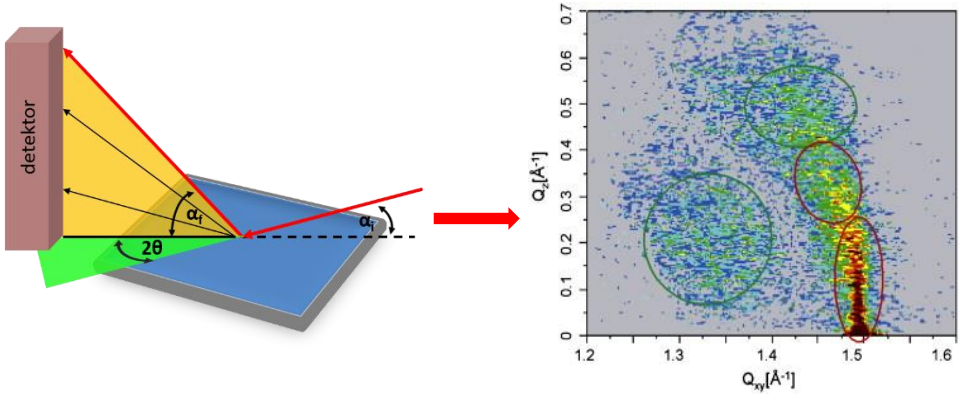


Mikroskopia kąta Brewstera (BAM)



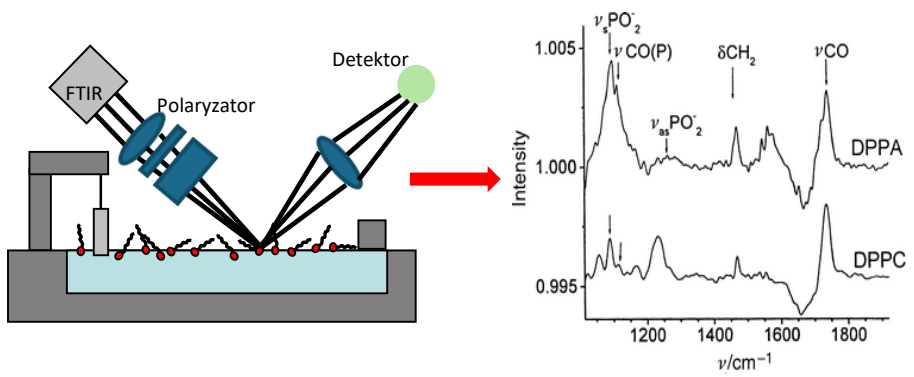
Domeny utworzone w trakcie kompresji monowarstwy DPPE

Dyfrakcja synchrotronowego promieniowania rentgenowskiego (GIXD)



Mapa intensywności promieniowania rentgenowskiego

Refleksyjno-absorpcyjna spektroskopia w podczerwieni z polaryzacją modulowaną (PM-IRRAS)



Widmo IR dla monowarstw DPPA i DPPC



dr hab. K. Hąc-Wydro, prof. UJ



prof. dr hab. M. Broniatowski



dr K. Olechowska



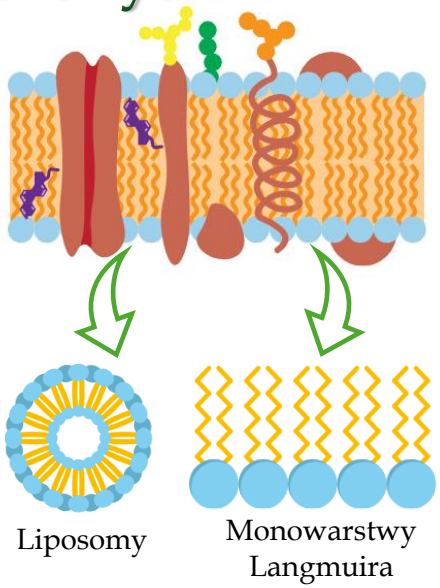
dr B. Wyżga

Zakład Chemii Środowiska, Zespół Fizykochemicznych Badań Środowiskowych



Substancje pochodzenia naturalnego

- badanie mechanizmów aktywności i selektywności ekologicznych konserwantów i ich mieszanin
- poszukiwanie możliwości aplikacyjnych naturalnych substancji roślinnych w przemyśle kosmetycznym, spożywczym, farmaceutycznym i rolnictwie
- zastosowanie liposomów do zamykania przeciwmikrobiologicznych substancji pochodzenia naturalnego



przemysł kosmetyczny

Zastosowanie modelowych układów membranowych w badaniu wpływu toksykantów pochodzenia środowiskowego i poszukiwaniu ekozamienników

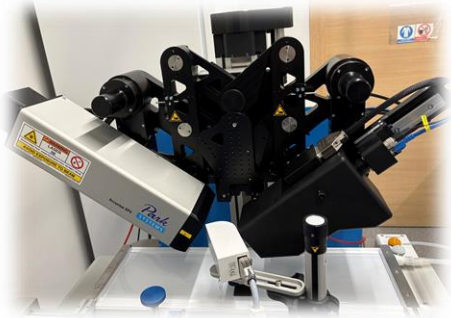
przemysł spożywczy

rolnictwo

przemysł farmaceutyczny



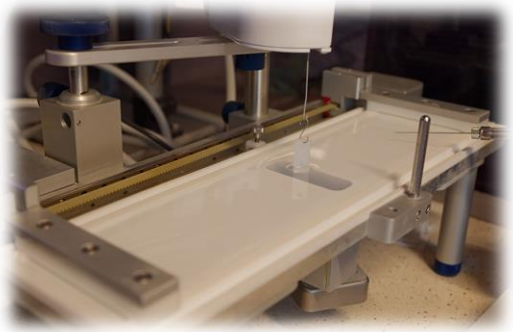






Toksykanty środowiskowe

- badanie oddziaływań trwałych zanieczyszczeń środowiska, plastyfikatorów i antypirenów uwalnianych z cząstek mikroplastiku na modelowe membrany mikroorganizmów glebowych oraz mechanizmów toksyczności ftalanów na poziomie molekularnym
- badanie wpływu filtrów UV na membrany komórek mikroorganizmów i komórek ludzkiej skóry



OD POMYSŁU DO INNOWACJI

**W naszym Zespole chemia nie kończy się na syntezie.
To punkt wyjścia do projektowania materiałów, poznawania ich właściwości i rozwijania nowych technologii.**



Jak magazynować energię efektywniej?
Nowe materiały elektrodowe, elektrolity i systemy magazynowania energii.

Jak nadać materiałom nowe właściwości?
Nanokompozyty, funkcjonalizacja, modyfikacja powierzchni i druk 3D.

Jak wykorzystać chemię w transformacji energetycznej?
Zielone paliwa, technologie Power-to-X i gospodarka cyrkularna.

Jak przejść od koncepcji do funkcjonalnego materiału?
Synteza, charakterystyka fizykochemiczna i badania właściwości użytkowych.

POZNAJ MATERIAŁY → ZROZUM ICH WŁAŚCIWOŚCI → ODKRYJ MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWAŃ

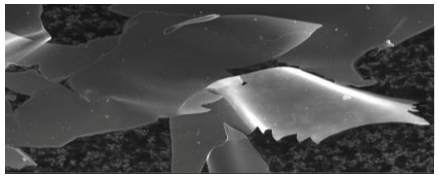
PRZYKŁADOWE TEMATY PRAC DYPLOMOWYCH:

1. Bezkolektorowe anody węglowe na bazie skrobi ziemniaczanej do zastosowań w ogniwach litowo-jonowych
2. Zrównoważone materiały anodowe do ogniw Li-ion - synergia z łańcuchem wartości bieli tytanowej Grupy Azoty
3. Nanokompozytowy materiał katodowy C/Na_2MnSiO_4 do nowych systemów bateryjnych Na-ion: otrzymywanie i właściwości fizyko-chemiczne



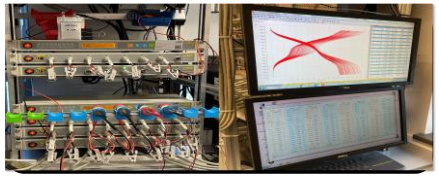
PROJEKTUJEMY MATERIAŁY
ROZWIJAMY TECHNOLOGIE

Łączymy chemię, inżynierię materiałową i nowoczesne technologie, poszukując rozwiązań dla zrównoważonej energetyki i przemysłu.



ENERGIA ZMAGAZYNOWANA W MATERIAŁACH

Projektujemy materiały elektrodowe i elektrolity do nowej generacji akumulatorów Li-ion i Na-ion.



MATERIAŁY O NOWYCH MOŻLIWOŚCIACH

Tworzymy kompozyty, nanomateriały i układy hybrydowe o projektowanych właściwościach i funkcjonalności.



CHEMIA W SŁUŻBIE ZRÓWNOWAŻONEJ ENERGETYKI

Badamy zielone paliwa, alternatywne nośniki energii i technologie konwersji energii.



PRZYKŁADOWE TEMATY PRAC DYPLOMOWYCH:

1. Bezkolektorowe anody węglowe na bazie skrobi ziemniaczanej do zastosowań w ogniwach litowo-jonowych
2. Zrównoważone materiały anodowe do ogniw Li-ion - synergia z łańcuchem wartości bieli tytanowej Grupy Azoty
3. Nanokompozytowy materiał katodowy C/Na_2MnSiO_4 do nowych systemów bateryjnych Na-ion: otrzymywanie i właściwości fizyko-chemiczne

PANEL

Fizykochemia i Inżynieria Nanomateriałów

Zakład Chemii Fizycznej i Elektrochemii

Zapraszamy do współpracy



UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE