

# Pracownia Elektrochemii



## Informacja ogólna o pracowni

Kierownik Pracowni: prof. dr hab. Magdalena Skompska

Liczba nauczycieli akademickich: 9

Liczba post-doców: 3

Liczba doktorantów: 6

Liczba doktoratów zakończonych w 2020 i 2021: 2

Liczba zakończonych prac magisterskich 2020-21: 7

Liczba obecnych magistrantów : 8

Liczba zakończonych prac licencjackich 2020-21 : 14

Liczba obecnie realizowanych prac licencjackich : 3



LICZBA PRAC OPUBLIKOWANYCH W LATACH 2020-21: 29

## GRUPY BADAWCZE

**Prof. dr hab. Paweł Krysiński**, dr Dorota Nieciecka, dr Magdalena Osiał, dr Sunday J. Olusegun (stypendysta ULAM/NAWA) doktoranci: mgr Aleksandra Stefanowska (Tri-Bio-Chem), mgr Edyta Poczańska (Tri-Bio-Chem), mgr inż. Michał Żuk (Rad-Farm) magistrantka: Joanna Celej licencjaci: Gonzalo Larrea (Erasmus), Paulina Końska, Jan Taudul, Oskar Grabowski, Weronika Niedziałek, Monika Kacpura **Dr hab. Maciej Mazur, prof. UW**, doktoranci: mgr Marta Bartel, mgr Ilona Mojzych, mgr Marta Kwiatkowska, mgr Barbara Wysocka, mgr Jarosław Wojciechowski Magistranci: Joanna Cieślak, Alicja Owczarek, Aleksandra Żmuda Licencjatka: Zuzanna Betlińska **Prof. dr hab. Magdalena Skompska**, dr hab. Irida Demchenko, dr Kamila Zarębska, dr Tomasz Łęcki, dr Hesham Hamad (stypendysta ULAM/NAWA) doktorantka: mgr Ewelina Kwiatkowska licencjaci: Bartosz Furtak, Olga Malinowska **Prof. dr hab. Marek Szklarczyk, prof. dr hab. Krystyna Jackowska** (prof. emerytowany), dr hab. Paweł Oracz, dr Marcin Strawski doktorant: mgr Bartosz Czerwiniak magistrantki: Marcelina Rutkowska, Zuzanna Krynicka

## ŹRÓDŁA FINANSOWANIA 2020-21

- NCN UMO-2016/21/B/ST4/02133, OPUS 11 „Superparamagnetyczne nanocząstki znakowane emiterami promieniowania beta (-) dla jednoczesnej wewnętrznej radioterapii i hipertermii”, **kierownik: prof. Paweł Krysiński**, w konsorcjum z Instytutem Chemii i Techniki Jądrowej, prof. dr hab. Aleksander Bilewicz
- NCBiR, TECHMATSTRATEG1/347431/14/NCBR/2018 „Wydajne i lekkie układy zasilające złożone z ogniwa słonecznego i baterii litowo-jonowej oraz ogniwa słonecznego i superkondensatora przeznaczone do zastosowań specjalnych”, **prof. dr hab. Magdalena Skompska**, w konsorcjum z WF UW, WITI, IFPAN, ML-System S.A.
- Projekt NAWA PPN/BIL/2018/1/00237 „Novel photo(electro)active hybrid nanomaterials for environmental sustainable applications”- wymiana bilateralna z Portugalią (Uniwersytet Lizboński) w ramach wspólnego projektu, **kierownik: prof. dr hab. Magdalena Skompska**
- NCN UMO-2019/33/B/ST5/01720, OPUS 17 „ Fotokatalizatory o schemacie Z fotoaktywne w świetle widzialnym, **kierownik: prof. dr hab. Magdalena Skompska**
- SNF Sinergia grant No. CRSII2 154451, „Design, synthesis and characterization of lipidic nanomaterials for biomedical and biosensing applications”, prof. dr hab. Paweł Krysiński, **koordynator: prof. Ehud Landau, Uniwersytet w Żurychu.**
- NCN UMO-2016/23/D/ST4/03212, Sonata 12 „Wpływ leków przeciwnowotworowych, nośników i koniugatów na zmiany w strukturze błon biomimetycznych - badanie chemicznego skutku terapii celowanej”, **kierownik: dr Dorota Nieciecka**
- NCBiR POIR.01.01-01-00-0468/19, „Opracowanie metod analizy składników białkowych w moczu do zastosowań w diagnostyce chorób nerek beneficjent”, **Kierownik B+R: dr hab. Maciej Mazur, prof. UW.**
- Grant w ramach działania VI.1 „Wzmocnienie i rozwój współpracy pomiędzy Uniwersytetem Warszawskim oraz Warszawskim Uniwersytetem Medycznym w procesie federalizacji” w ramach Programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”, „Identyfikacja oligosacharydów izolowanych z mleka ludzkiego o wysokiej aktywności przeciwdrobnoustrojowej”, **kierownik: dr hab. Maciej Mazur** (kierownik z ramienia WUM: dr hab. Gabriela Olędzka).
- National Science Foundation Grant (NSF IRES 1559452), **koordynator: prof. Justyna Widera, Adelphi University, USA**, Prof. dr hab. Magdalena Skompska, Prof. dr hab. Paweł Krysiński, Prof. dr hab. Marek Szklarczyk
- Trzy projekty doktoranckie MNiSW: 2xTri-Bio-Chem, 1xRad-Farm

## TEMATYKA BADAWCZA PRACOWNI

W Pracowni Elektrochemii prowadzone są badania fizykochemiczne materiałów nieorganicznych, organicznych i kompozytowych, otrzymanywanych w postaci cienkich filmów, struktur różnego typu o rozmiarach od mikro do nanometrów. Układy te otrzymujemy z polimerów przewodzących, polimerów biodegradowalnych, polielektrolitów, półprzewodników, metali, tlenków metali, tlenku grafenu, soli nieorganicznych, samoorganizujących się molekuł i układów ważnych biologicznie. Wybór badanego materiału zależy od jego właściwości i przewidywanych zastosowań. Prowadzone badania możemy podzielić na kilka grup tematycznych:

### Cienkie warstwy polimerowe

Badania mają na celu zoptymalizowanie warunków osadzania różnego typu polimerów na podłożach przewodzących i nieprzewodzących, określenie ich struktury i właściwości, pod kątem zastosowania jako matrycy dla nanocząstek metali szlachetnych (Pt, Au), a także w fotoogniwach jako warstw przewodzących dla dziur, a blokujących dla elektronów (polianilina i jej pochodne). Prowadzimy również badania elektrochemiczne podstawowych fulerenów, w celu wyznaczenia położenia ich poziomów energetycznych HOMO i LUMO oraz sprawdzenia możliwości ich kopolimeryzacji z monomerami iminowymi (współpraca w ramach projektu TECHMATSTRATEG).

### Sorpcja w układach cienkich filmów i materiałach biologicznych

Badamy możliwości i kierunki sorpcji jonów i nanocząstek metali w cienkich filmach polielektrolitowych i układach biologicznych per se jak i opłaszczanych warstwami polielektrolitowymi. W przypadku cienkich filmów określamy wpływ rodzaju podłoża na grubość osadzanych warstw czy też przepuszczalność otrzymanych układów względem różnego typu próbników elektrochemicznych. Badania mają na celu znalezienie efektywnych układów, które będzie można stosować do opłaszczania związków biologicznych, czy tworzenia powłok funkcjonalnych (np. antybakteryjnych).

### Biomimetyczne warstwy molekularne na granicach fazowych

Otrzymujemy mono- i dwuwarstwy molekularne o znaczeniu biologicznym metodami samoorganizacji oraz techniką Langmuira-Blodgett. Nasze zainteresowania badawcze obejmują w budowywanie biomolekuł w dwuwarstwy lipidowe oraz badanie przechodzenia leków (np. cytotostajków) przez modelowe błony biologiczne. Badamy przenikanie przez takie układy nanostruktur superparamagnetycznych jako nośników w celowanym transporcie leków. Badamy także dynamikę chromoforów oddziałujących z takimi warstwami w celu uzyskania informacji o uporządkowaniu badanych struktur.

### Nano i mikrostruktury różnego typu

Metodami chemicznymi i elektrochemicznymi otrzymujemy nano- i mikrostruktury z metali (Pd, Cd, Ag, Au), półprzewodników nieorganicznych (TiO<sub>2</sub>, BiVO<sub>4</sub>, WO<sub>3</sub>, Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CdSe) i organicznych (g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>N<sub>3</sub>) struktury kompozytowe typu półprzewodnik/polimer przewodzący, półprzewodnik/półprzewodnik. Badamy wpływ warunków syntezy tych materiałów na ich właściwości pod kątem ich zastosowań w elektrokatalizie, fotokatalizie, fotoogniwach, w tworzeniu złącz molekularnych i układów wiążących enzymy. Ponadto syntetyzujemy i badamy koloidalne nanocząstki półprzewodnikowe, superparamagnetyczne (ferrofluidy) metaliczne i niemetaliczne, modyfikując ich właściwości powierzchniowe pod kątem wykorzystania jako nośniki leków w tzw. celowanym transporcie leków lub środki bakteriobójcze. Nanostruktury półprzewodnikowe służą nam także w badaniach procesów fotoelektrokatalizacyjnego usuwania zanieczyszczeń środowiska antybiotykami i barwnikami.

### Nośniki leków do jednoczesnej terapii i diagnostyki (teranostyki)

Otrzymujemy polimerowe oraz nieorganiczne (superparamagnetyczne, niemetaliczne) mikro- i nanonośniki leków antynowotworowych i związków chemoprewencyjnych (np. doksorubicyna, mitoksantron, selol, sulforafan, analogi kapu mRNA, deksametazon), których cyrkulacja w organizmie może być monitorowana z wykorzystaniem nieinwazyjnych metod obrazowania 3D, takich jak PET (pozytonowa tomografia emisyjna), CT (tomografia komputerowa), SPECT (tomografia emisyjna pojedynczych fotonów) oraz MRI (obrazowanie rezonansem magnetycznym). W tym celu wykorzystujemy cząstki z biozgodnych polimerów takich jak PLGA, PCL oraz PSS, które modyfikujemy radionuklidami (np. <sup>68</sup>Ga w PET, <sup>198</sup>Au w SPECT), nanocząstkami metalicznymi (np. nanocząstki złota w CT) oraz nanocząstkami magnetycznymi (feryt niklowo cynkowy w MRI). Nośniki leków badamy w warunkach *in vitro* oraz *in vivo*.

### Biomineraly

Prowadzimy również badania mikroskopowe (AFM, SEM, TEM), spektroskopowe (Raman, FTIR) i strukturalne (mikro-XRD) biomineratów współczesnych i kopalnych z punktu widzenia relacji pomiędzy ich składem i strukturą chemiczną, a funkcją biologiczną.

### Równowagi fazowe

W Pracowni prowadzone są również prace nad statystycznym opisem, korelacją, krytyczną oceną danych eksperymentalnych i przewidywaniem równowag fazowych i wielkości pokrewnych w dwu- i wieloskładnikowych mieszaninach. Oprócz badań statystycznych prowadzone są badania nad fizykochemiczną symulacją dynamiki układów chemicznych (dynamiczne układy rozdzielania substancji, symulacja reaktorów chemicznych, etc.).

### Diagnostyka chorób nerek

We współpracy z Warszawskim Uniwersytetem Medycznym prowadzone są badania nad określeniem markerów nawrotów proteinurii w idiopatycznym zespole nerczycowym. W ramach badań projektowane oraz konstruowane są proste urządzenia elektroniczne do wykrywania białka w moczu w warunkach domowych, które mają być przedmiotem komercjalizacji, jak również opracowywane nowe metody diagnostyczne do stosowania w laboratoriach analitycznych.

### Stosowane metody badawcze

W prowadzonych w Pracowni badaniach poza technikami elektrochemicznymi stosujemy nowoczesne techniki mikroskopowe (SEM, TEM, AFM, STM, NSOM), mikroskopia konfokalna fluorescencyjna i ramanowska, techniki spektroskopowe (XPS, Raman, TERS, FTIR, absorpcja i fluorescencja, UV-Vis ex-situ, in-situ) oraz techniki synchrotronowe (mikro-XRF, XANES, mikro-XRD). Pracownia dysponuje nowoczesnym sprzętem do pomiarów elektrochemicznych i fotoelektrochemicznych oraz zestawem do fotoligrafii.

## SPIS PRAC OPUBLIKOWANYCH w 2020-2021

1. W. Gawęda, M. Osiał, M. Żuk, M. Pękala, A. Bilewicz, P. Krysiński, *Lanthanide-Doped SPIOs Bioconjugation with Trastuzumab for Potential Multimodal Anticancer Activity and Magnetic Hyperthermia*, *Nanomaterials*, 2020, 10, 288; DOI: 10.3390/nano10020288.
2. E. Cedrowska, W. Pruszyński, W. Gawęda, M. Żuk, P. Krysiński, F. Bruchertseifer, A. Morgerster, M.A. Karageorgou, P. Bouziotis, A. Bilewicz, *Trastuzumab Conjugated Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles Labeled with Ac-225 as a Perspective Tool for Combined alpha-Radioimmunotherapy and Magnetic Hyperthermia of HER2-Positive Breast Cancer*, *Molecules*, 2020, 25, 1025; DOI: 10.3390/molecules25051025.
3. M. Nagamine, M. Osiał, K. Jackowska, P. Krysiński, J. Widera-Kalinowska, *Tetracycline photocatalytic degradation under tetracycline treatment*, *J. Marine Sci. Techn.* 2020, 8, 483; DOI: 10.3390/jmse8070483.
4. M. Osiał, M. Warczak, P.J. Kulesza, P. Krysiński, M. Gniadek, *Hybrid polyindole-gold nanobrush for electrochemical oxidation of ascorbic acid*, *J. Electroanal. Chem.*, 2020, 877, 114664; DOI: 10.1016/j.jelechem.2020.114664.
5. M. Nagamine, M. Osiał, J. Widera-Kalinowska, K. Jackowska, P. Krysiński, *Hybrid radiobioconjugated superparamagnetic iron oxide-based nanoparticles for multimodal cancer therapy*, *Pharmaceutics*, 2021, 13, 1843; DOI: 10.3390/pharmaceutics13111843.
6. D. Nieciecka, K. Kijewska, S. M. Baumer, A. K. Puszek, A. Misicka, G. J. Blanchard, P. Krysiński, *Interactions of Mitoxantrone-Modified Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles with Biomimetic Membranes and Cells*, *Journal of Materials Science and Engineering B*, 2020 10, 34-48; DOI: 10.17265/2161-6221/2020.1-2.004.
7. S.J. Olusegun, G. Larrea, M. Osiał, K. Jackowska, P. Krysiński, *Photocatalytic degradation of antibiotics by superparamagnetic iron oxide nanoparticles. Tetracycline case*, *Catalysts*, 2021, 11, 1243; DOI: 10.3390/catal11101243
8. D. Nieciecka, J. Celej, M. Żuk, A. Majkowska-Pilip, K. Zelechowska-Matysiak, A. Lis, M. Osiał, *Hybrid system for local drug delivery and magnetic hyperthermia based on spions loaded with doxorubicin and epirubicin*, *Pharmaceutics* 2021, 13, 480; DOI: 0.3390/pharmaceutics13040480.
9. M. Żuk, W. Gawęda, A. Majkowska-Pilip, M. Osiał, M. Wolski, A. Bilewicz, P. Krysiński, *Hybrid radiobioconjugated superparamagnetic iron oxide-based nanoparticles for multimodal cancer therapy*, *Pharmaceutics*, 2021, 13, 1843; DOI: 10.3390/pharmaceutics13111843
10. D. Nieciecka, J. Celej, M. Osiał, „Wpływ leku przeciwnowotworowego epirubicyny na sposób organizacji lipidów w membranach biomimetycznych” rozdział w „Wybrane choroby nowotworowe - diagnostyka i leczenie”; Wydawnictwo Tygiel; pod red. K. Kalbarczyk, M. Maciąg; 2021; ISBN 978-83-66489-90-5.
11. J. Stolarski, I. Coronado, J.G. Murphy, M.V. Kitahara, K. Janiszewska, M. Mazur, A. M. Gothmann, A.-S. Bouvier, J. Marin-Carbonne, M.L. Taylor, A.M. Quattrini, C.S. McFadden, J.A. Higgins, L.F. Robinson, A. Meibom, *A modern scleractinian coral with a two-component calcite–aragonite skeleton*, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2021, 118 (3), e2013316117 DOI:10.1073/pnas.2013316117.
12. O. Perzanowska, M. Majewski, M. Strenkowska, P. Glowala, M. Czarnocki-Cieciura, M. Mazur, J. Kowalska, J. Jemielity, *Nucleotide-decorated AuNPs as probes for nucleotide-binding proteins*, *Scientific Reports* 2021, 11 (1), 15741, DOI: 10.1038/s41598-021-94983-y.
13. A. Minkiewicz-Zochniak, S. Jarzynka, A. Iwanska, K. Strom, B. Iwanczyk, M. Bartel, M. Mazur, A. Pietruczuk-Padzik, M. Konieczna, E. Augustynowicz-Kopec, G. Olędzka, *Biofilm Formation on Dental Implant Biomaterials by Staphylococcus aureus Strains Isolated from Patients with Cystic Fibrosis*, *Materials* 2021, 14 (8), DOI: 10.3390/ma14082030
14. M. Poznar, J. Stolarski, A. Sikora, M. Mazur, J. Olesiak-Banska, K. Brach, A. Ozyhar, P. Dobryszczycki, *Fish Otolith Matrix Macromolecule-64 (OMM-64) and Its Role in Calcium Carbonate Biomineralization*, *Crystal Growth & Design* 2020, 20 (9), 5808-5819, DOI: 10.1021/acs.cgd.0c00413.
15. P. Krug, K. Wiktorska, K. Kaczynska, K. Ofiara, A. Sztęrk, B. Kusmierz, M. Mazur, *Sulfuraphane-assisted preparation of tellurium flower-like nanoparticles*, *Nanotechnology* 2020, 31 (5), 10, DOI: 10.1088/1361-6528/ab4e38.
16. M. Bartel, K. Markowska, M. Strawski, K. Wolska, M. Mazur, *Silver-decorated gel-shell nanobeads: physicochemical characterization and evaluation of antibacterial properties*, *Beilstein Journal of Nanotechnology* 2020, 11, 620-630, DOI: 10.3762/bjnano.11.49.
17. E. Balcer, M. Mazur, *Gold nanoparticles in the diagnostics and therapy of cancer - chosen applications*, *Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego* 2020, (1), 1-9.
18. B. Maranowski, S. Dulovic, S. Casto, M. Strawski, A. Królikowska, J. Widera-Kalinowska, M. Szklarczyk, *Preparation and characterization of CdSe/POMA photoactive composites electrochemically grown on HOPG surfaces*, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 2020, 875, 114128, DOI: 10.1016/j.jelechem.2020.114128.
19. A. Baranowska-Korczyk, E. Jaworska, M. Strawski, B. Paterczyk, K. Maksymiuk, A. Michalska, *A potentiometric sensor based on modified electrospun PVDF nanofibers – towards 2D ion-selective membranes*, *Analyst*, 2020, 145, 5594–5602, DOI: 10.1039/d0an00830c.
20. R. Savkina, A. Smirnov, I. Nasienska, S. Mullenko, M. Strawski, W. Paszkowicz, T. Kryshat, *Hybrid photovoltaic-thermoelectric structure based on multilayer combinations of Cr and Fe oxides*, *Materials Letters*, 2020, 280, 128551, DOI: 10.1016/j.matlet.2020.128551.
21. G. Abdi, A. Filip, M. Krajewski, K. Kazimierzczak, M. Strawski, P. Szarek, B. Hamankiewicz, Z. Mazej, G. Cichowicz, P. J. Leszczynski, K. J. Fijałkowski, A. Szczurek, *Toward the synthesis, fluorination and application of N-graphyne*, *RSC Adv.*, 2020, 10, 40019-40029, DOI: 10.1039/D0RA08143D.
22. M. Rutkowska, T. Lindfors, Z. Boeva, M. Strawski, *Low-cost flexible laminated graphene paper solid-contact ion-selective electrodes*, *Sensors and Actuators: B. Chemical* 2021, 337, 129808, DOI: 10.1016/j.snb.2021.129808.
23. M. Drabik, A. Grzechkiewicz, P. Bącal, A. Kwiatkowska, M. Strawski, M. Antosiak-Iwańska, B. Kazimierzczak, E. Godlewska, L. H. Granicka, *Nanocomposite Membrane Scaffolds for Cell Function Maintaining for Biomedical Purposes*, *Nanomaterials* 2021, 11, 1094, DOI: 10.3390/nano11051094.
24. M. Szklarczyk, *Application of X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and functional near infrared spectroscopy (FNIRS) in Medicine*, *European Journal of Translational and Clinical Medicine*, 2021, 4, 86-93, DOI: 10.31373/ejtc/140323
25. K. A. Bogdanowicz, B. Jewloszewicz, K. Dysz, W. Przybył, A. Dylong, W. Mech, K. P. Korona, M. Skompska, A. Kaim, M. Kamińska, A. Iwan, *Electrochemical and optical studies of new symmetrical and unsymmetrical imines with thiazole and thiophene moieties*, *Electrochimica Acta* 2020, 332, 135476, DOI: 10.1016/j.electacta.2019.135476.
26. D. Boczar, T. Łęcki, M. Skompska, *Visible-light driven Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>/Au photocatalyst – synthesis, characterization and application for methyl orange photodegradation*, *J. Electroanalytical Chemistry* 2020, 859, 113829, DOI: 10.1016/j.jelechem.2020.113829.
27. B. Jewloszewicz, K. A. Bogdanowicz, W. Przybył, K. Dysz, A. Dylong, A. Gonciarz, R. Pich, W. Mech, K. P. Korona, M. Kamińska, K. Zarębska, M. Skompska, A. Kaim, A. Ciesielski, A. Iwan, *A comprehensive optical and electrical study of unsymmetrical imine with four thiophene rings and their binary and ternary compositions with PTB7:PC<sub>70</sub>BM towards organic photovoltaics*, *RSC Advances* 2020, 10, 44958 – 44972, DOI: 10.1039/D0RA08330E.
28. P. Piotrowski, W. Mech, K. Zarębska, M. Krajewski, K. P. Korona, M. Kamińska, M. Skompska, A. Kaim, *Mono- and Di-Pyrene [60]Fullerene and [70]Fullerene Derivatives as Potential Components for Photovoltaic Devices*, *Molecules*, 2021, 26, 1561 DOI: 10.3390/molecules26061561.
29. E. Kwiatkowska, W. Mech, A. Wincukiewicz, K. P. Korona, K. Zarębska, M. Kamińska, M. Skompska, *Investigation of polyaniline doped with camphorsulfonic acid in chloroform solution as a hole transporting layer in PTB7:PC<sub>70</sub>BM and perovskite - based solar cells*, *Electrochimica Acta*, 2021, 380, 138264, DOI: 10.1016/j.electacta.2021.138264.

# Pracownia Elektrochemii

## MACIEJ MAZUR

BEILSTEIN JOURNAL OF NANOTECHNOLOGY

Silver-decorated gel-shell nanobeads: physicochemical characterization and evaluation of antibacterial properties

Marta Bartel<sup>1</sup>, Katarzyna Markowska<sup>1</sup>, Marcin Strawski<sup>1</sup>, Krystyna Wojska<sup>2</sup> and Maciej Mazur<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, University of Warsaw, Poland; <sup>2</sup>Department of Chemistry, University of Wrocław, Poland

Received 29 August 2019; revised 30 September 2019; accepted for publication 10 October 2019; published 4 November 2019

A new method for the fabrication of flower-like tellurium nanoparticles is reported. It is based on the reduction of tellurite precursor by sodium borohydride during decomposition of sulfonamide at elevated temperature in aqueous medium. These species and other organic molecules present in the reaction mixture are being adsorbed on the surface of tellurium nuclei and prevent further sulfuration of the nuclei. The obtained particles have been characterized by a range of physicochemical techniques. It was shown that the average size of the nanoflower particles is ca. 112 nm, and they are composed of smaller domains which are ca. 30 nm in diameter. The domains are crystalline and consist of trigonal tellurium as shown by x-ray diffraction. Raman spectroscopy and high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM) and scanning electron microscopy (SEM) employing MTF and CV5 assays. It was shown that the nanoflowers exhibit considerable cytotoxicity against cancer cells which is ca. 3–5 times higher than that observed for reference normal cells. The preliminary *in vivo* investigations on mice revealed that the nanoflowers accumulate predominantly in pancreas after intraperitoneal administration, without observable negative behavioral effects.

Supplementary material for this article is available online.

Keywords: tellurium nanoparticles, sulfonamide, anticancer properties, bioturbation of nanoparticles

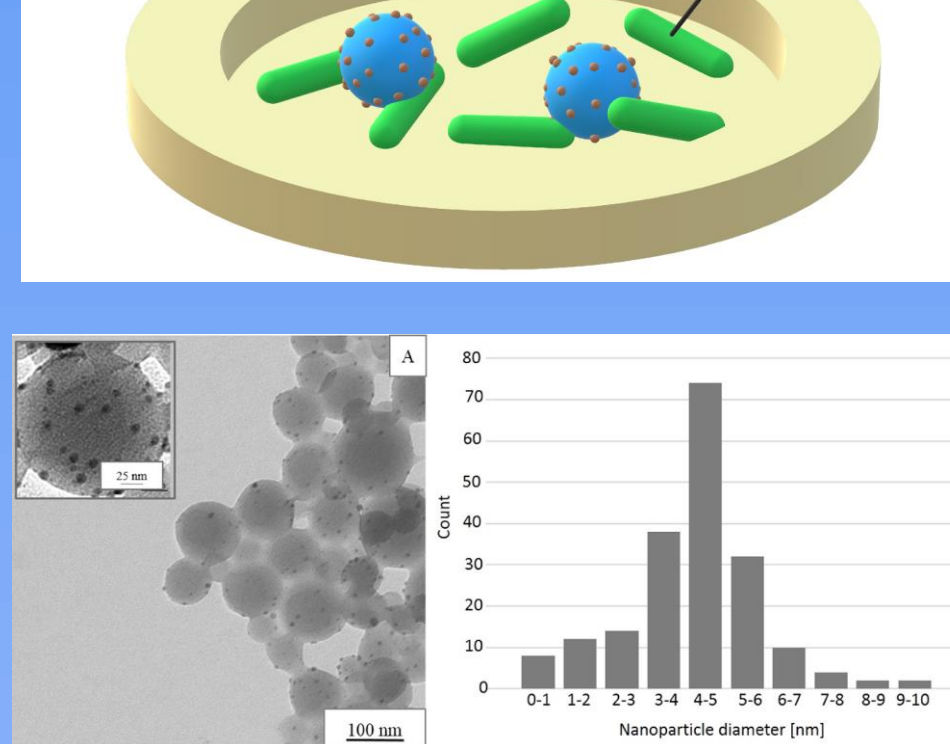


Figure 1. Synthesis of tellurium nanoflowers and their antibacterial activity against a bacterial cell.

scientific reports

## Nucleotide-decorated AuNPs as probes for nucleotide-binding proteins

Gold nanoparticles (AuNPs) decorated with biologically relevant molecules have a variety of applications in optical sensing of biomarkers. Coupling AuNPs with small nucleoside phosphate particles with high stability in water, but functionality-compatible strategies are needed to overcome the full potential of this type of conjugates. Here, we demonstrate that lipid acid-modified dihydrogen phosphate can be used to modify AuNPs in a controllable manner to produce conjugates that are stable in aqueous buffers and biological mixtures and capable of interacting with nucleotide-binding proteins. Using the strategy we obtained AuNPs decorated with 2-phosphate conjugates that are stable in aqueous buffers and biological mixtures and capable of interacting with nucleotide-binding proteins. Using the strategy we obtained AuNPs decorated with 2-phosphate conjugates that are stable in aqueous buffers and biological mixtures and capable of interacting with nucleotide-binding proteins.

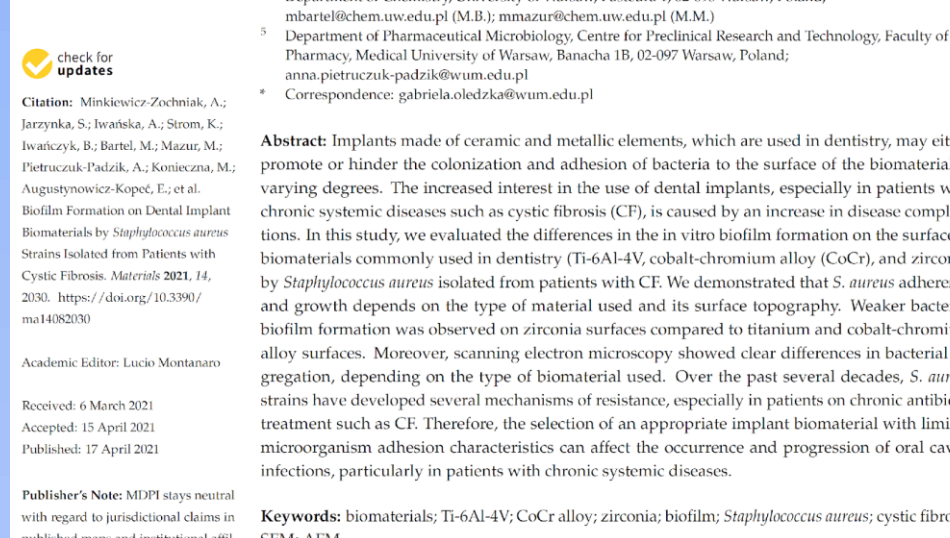


Figure 1. Synthesis of nucleotide-decorated AuNPs and their interaction with nucleotide-binding proteins.

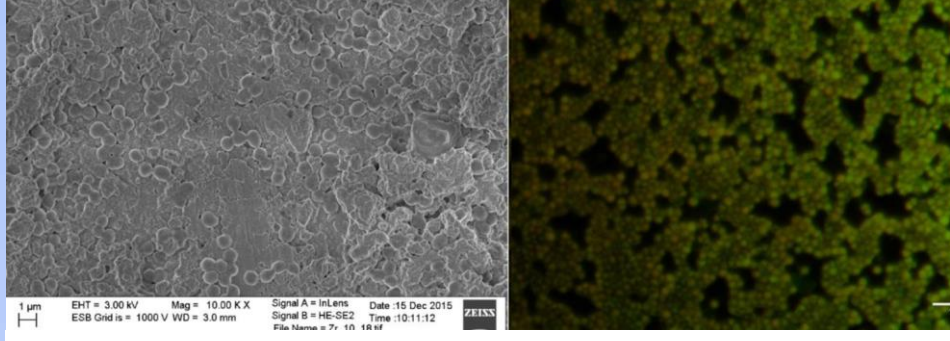


Figure 1. Fluorescence spectra of nucleotide-decorated AuNPs.

## MAGDALENA SKOMPSKA, KAMILA ZARĘBSKA, TOMASZ ŁĘCKI, EWELINA KWIATKOWSKA

### Synteza i zastosowanie półprzewodników organicznych i nieorganicznych oraz nanocząstek metali w fotokatalizie i fotoelektrokatalizie

Nasze zainteresowania badawcze ukierunkowane są na syntezę nanostrukturalnych półprzewodników:
 

- $TiO_2$  w postaci nanorepek domieszkowanych Sr
- $TiO_2$  w postaci cienkich warstw, stanowiących otoczkę w układach typu core/schell z magnetycznym rdzeniem  $Fe_3O_4$
- $BiVO_4$  w postaci cienkich warstw domieszkowanych W, Mo, Yb, osadzonych na przewodzącym podłożu FTO, grafitopodobnych  $g-C_3N_4$  i  $C_3N_3S_3$ , które łączone są z półprzewodnikami nieorganicznymi w układy hybrydowe w celu uzyskania jak najkorzystniejszych właściwości fotokatalitycznych.

Układy te, wytwarzane metodami chemicznymi (metoda hydrotermalna, zol-żel, SILAR) i elektrochemicznymi, poddawane są kompleksowym badaniom fizykochemicznym (XRD, UV-Vis, Raman, FTIR, XPS), mikroskopowymi (SEM, TEM), elektrochemicznymi i fotoelektrochemicznymi w celu określenia ich struktury, morfologii, stopnia zdomieszkowania, wielkości przerwy energetycznej, położenia pasm energetycznych. Fotokatalizatory te stosowane są do degradacji zanieczyszczeń organicznych takich jak barwniki (oraz metylowy, błękit metylenowy), 4-chlorofenol (4-CP), kofeina, a także do fotorozkładu wody. Przykładowe publikacje:

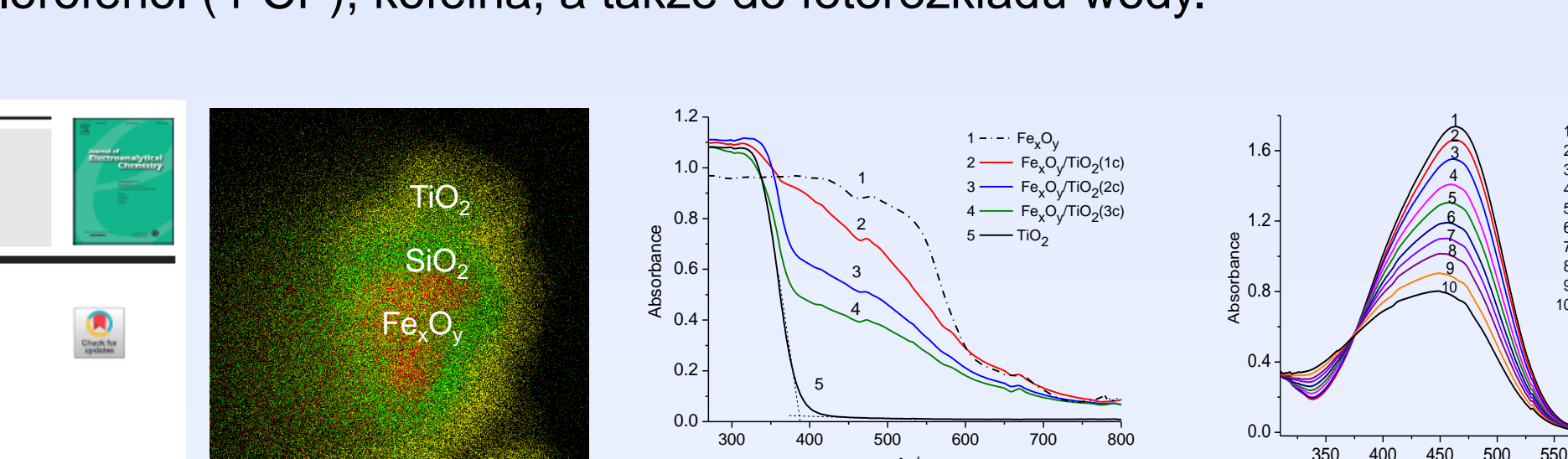


Figure 1. UV-Vis spectra and photocatalytic activity of TiO2/Sr and TiO2/Fe3O4.

W pracy tej wytworzyliśmy układy  $Fe_3O_4/SiO_2/TiO_2$  typu core-schell (Rys 1) dodatkowo „dekorowane” nanocząstkami Au. Ilość  $TiO_2$  osadzonego na  $Fe_3O_4$  kontrolowana była za pomocą widm odbiciowych UV-Vis (Rys 2). Rdzeń magnetyczny ułatwiał wydobycie katalizatora z roztworu po procesie fotokatalitycznym, natomiast nanocząstki Au dzięki efektowi plazmonowemu pozwoliły efektywny rozkład oranżu metylowego w świetle widzialnym (Rys 3).

### Synteza polimerów przewodzących i ich zastosowanie w ogniwach słonecznych

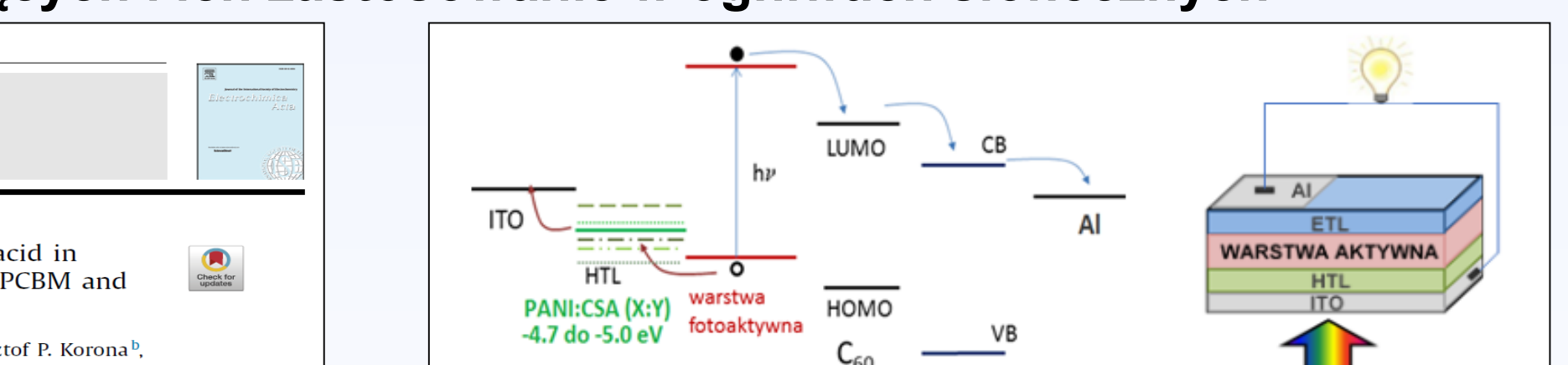


Figure 1. Schematic of a solar cell structure with PANI:CSA layer.

Celem pracy była synteza rozpuszczalnej polianiliny (PANI) do zastosowania w ogniwach słonecznych. Polianilinę otrzymano na drodze syntezy chemicznej, a następnie zdomieszkowano kwasem kamforosulfonowym (HCSA), aby zwiększyć właściwości przewodzące polimeru. Polimery PANI:CSA zastosowano w ogniwach polimerowo-fulerenowych oraz perowskitowych jako warstwy transportujące dziury (HTL). Dla obu rodzajów ogniw maksymalne wydajności uzyskano dla stopnia zdomieszkowania PANI:CSA w zakresie 1,5:1 - 2:1.

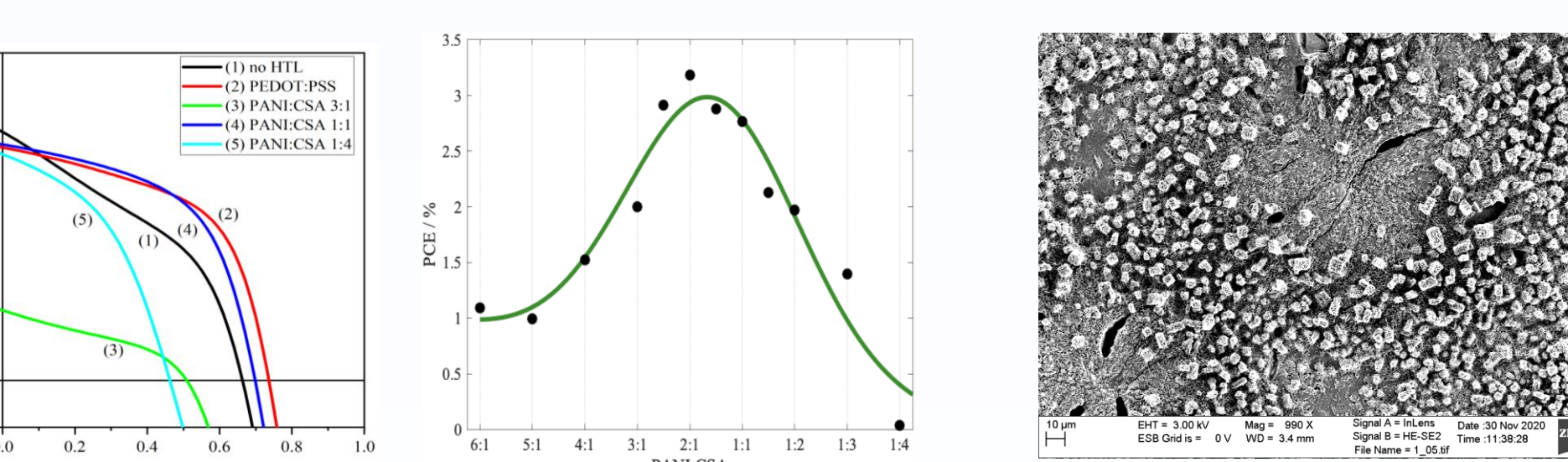


Figure 1. UV-Vis spectra and photocatalytic activity of PANI:CSA.

Badania przeprowadzone zostały we współpracy z Wydziałem Fizyki UW w ramach projektu NCBIR TECHMATSTRATEG

## PAWEŁ KRYSIŃSKI, DOROTA NIECIECKA, MAGDA OSIAŁ, SUNDAY OLUSEGUN, ALEKSANDRA STEFANOWSKA, MICHAŁ ŻUK

### Tematyka:

- Synteza i badania właściwości superparamagnetycznych nanocząstek z tlenku żelaza domieszkowanych metalami ziem rzadkich jako celowanych radiobiokoniugatów w terapii przeciwnowotworowej (Rad-Farm, współpraca z prof. dr hab. A. Bilewiczem, IChTJ)
- Wykorzystanie superparamagnetycznych nanocząstek z tlenku żelaza w fotokatalitycznych reakcjach w ochronie środowiska
- Rekonstrukcja mitochondrialnych kanałów potasowych w warstwy biomimetyczne na elektrodach (Tri-Bio-Chem, współpraca z prof. dr hab. A. Szcwyciem, Inst. im. M. Nenckiego, PAN)
- Badania transportu antybiotyków antrycynolowych oraz ich nośników przez membrany biomimetyczne

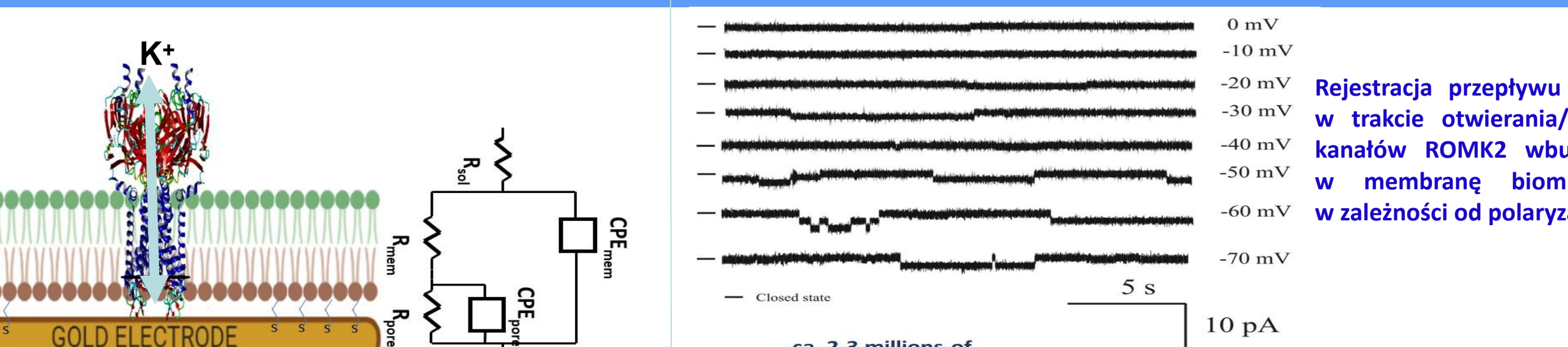


Figure 1. Synthesis of iron-based magnetic nanoparticles and their application in photocatalysis.

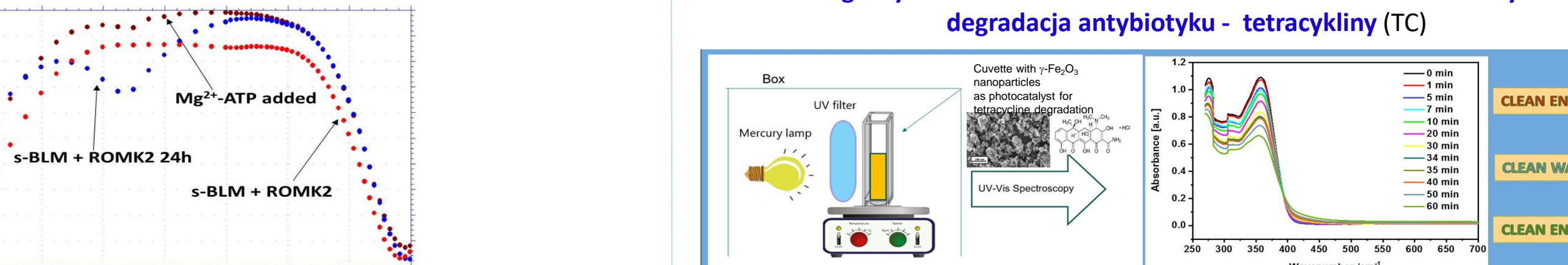


Figure 1. Photocatalytic degradation of tetracycline (TC) using iron-based magnetic nanoparticles.

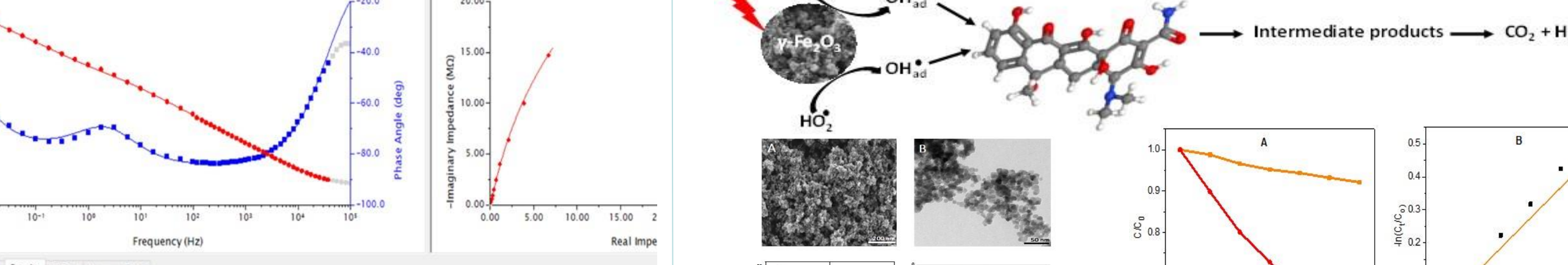


Figure 1. Magnetic properties of iron-based magnetic nanoparticles.

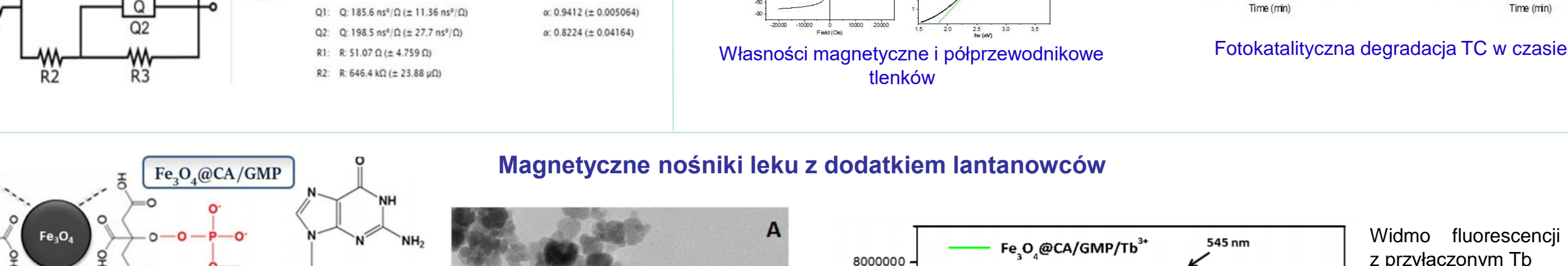


Figure 1. Photocatalytic degradation of TC in the presence of iron-based magnetic nanoparticles.

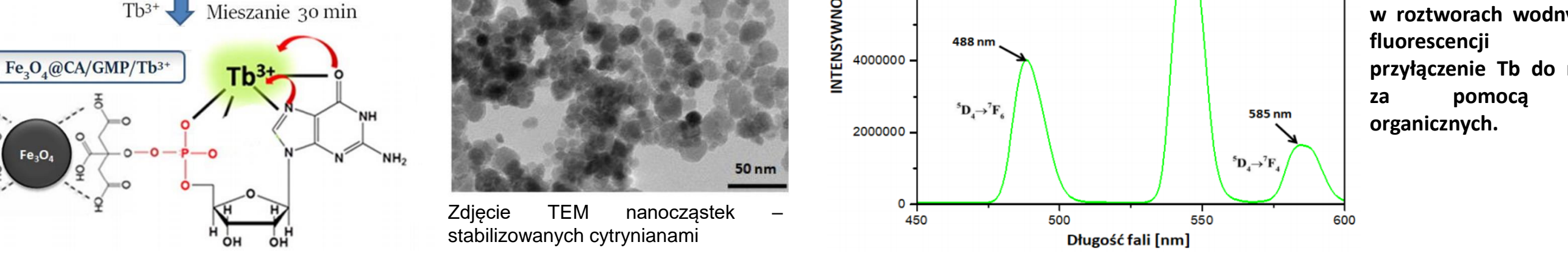


Figure 1. Synthesis of iron-based magnetic nanoparticles and their application in drug delivery.

## KRYSTYNA JACKOWSKA, PAWEŁ ORACZ, MARCIN STRAWSKI, MAREK SZKLARCZYK

### Półprzewodniki w zastosowaniach fotoelektrochemicznych

Krystyna Jackowska, Marcin Strawski, Marek Szklarczyk

Nasze badania dotyczą optymalizacji warunków elektrochemicznego osadzania materiałów do zastosowań fotoelektrochemicznych, czyli przetwarzania energii światła na energię chemiczną, bądź elektryczną. Grupa badanych materiałów to półprzewodniki typu II-IV np. CdTe, CdSe (współpraca: prof. Justyna Wiedera) oraz niestechiometryczny tlenki krzemu. Poszukujemy związków pomiędzy warunkami elektrosyntezy, a właściwościami fotoelektrochemicznymi otrzymanych filmów. Wymienione układy badamy również w kombinacji z polimerami przewodzącymi.

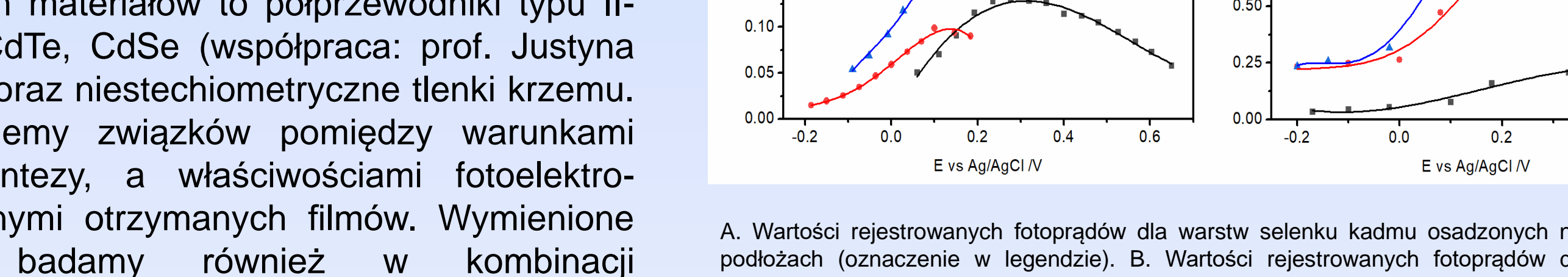


Figure 1. Photoelectrochemical properties of CdTe and CdSe.

### Sorpcja w układach cienkich filmów i materiałach biologicznych

Marcin Strawski, Marek Szklarczyk

Obiektem naszych zainteresowań są układy polielektrolitowe - wielowarstwowe oraz swobodnie mieszane. Poszukujemy relacji pomiędzy ich strukturą i właściwościami. Obejmują one określenie morfologii, grubości otrzymanych filmów, oraz organizacji przestrzennej filmów. Badamy również przepuszczalność elektrochemiczną otrzymanych warstw. Obecnie skupiamy się również na określeniu właściwości sorpcyjnych w stosunku do wybranych jonów metali oraz możliwości transformacji takich filmów do tworzenia funkcjonalnych układów hybrydowych. Pokrewnym tematem jest udział w projekcie (współpraca: prof. Joanna Kargul) mającym na celu wyjaśnianie mechanizmów transportu jonów metali przejściowych w komórkach organizmów żywych (Cyanidioschyzon merolae) z wykorzystaniem technik powierzchniowo czułych.

Figure 1. Photoelectrochemical properties of CdTe and CdSe.

### Termodynamika mieszanin

Paweł Oracz

W ramach projektu IUPAC-NIST Solubility Data Series „Halogenated Aliphatic Hydrocarbons  $C_1-C_{14}$  with Water” poddano krytycznej ocenie wszystkie dostępne dane, opublikowane w literaturze, odnośnie binarnych układów ciecz-ciecz dla wyżej wymienionej klasy układów. Praca stanowi rozszerzenie poprzedniej pracy obejmującej dane opublikowane do 2007 roku. Dla układów ciecz-ciecz brak jest testu konsystencji danych. Metody wypracowane w IUPAC-SDS wydają się być niewystarczające. Do krytycznej oceny i rekomendacji danych wykorzystywany jest grupowy model fizykochemiczny oparty na równaniu stanu uwzględniającym człon asocjacyjny. Wykazano, skuteczność modelu dla grup danych utworzonych dla kolejnych halogenów. Opis grupowy obejmuje korelacje wszystkich dostępnych danych eksperymentalnych z kolejną eliminacją układów niekonsystentnych.

Figure 1. Photoelectrochemical properties of CdTe and CdSe.