

**Propozycje tematów prac magisterskich dla studentów  
kierunku Inżynieria Biomedyczna**

**Wydział Chemiczny PG**

**Maj 2026**

<b>Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)</b>	<b>Wpływ podłoża polimerowego oraz odkształceń mechanicznych na właściwości pomiarowe elastycznych elektrod pH-metrycznych typu all-solid-state z warstwą zredukowanego tlenku grafenu</b>
<b>Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)</b>	Influence of polymer substrate and mechanical deformation on the analytical performance of flexible all-solid-state pH electrodes based on reduced graphene oxide
<b>Opiekun pracy</b>	Dr inż. Radosław Pomećko, prof. uczelni
<b>Konsultant pracy</b>	Prof. dr hab. inż. Ewa Wagner-Wysiecka
<b>Cel pracy</b>	Celem pracy jest opracowanie elastycznych elektrod pH-metrycznych typu all-solid-state z warstwą zredukowanego tlenku grafenu oraz zbadanie wpływu rodzaju podłoża i odkształceń mechanicznych na ich parametry pomiarowe i trwałość elektro-mechaniczną. Istotnym aspektem pracy będzie określenie, czy zastosowanie podłoża polimerowego umożliwi uzyskanie stabilnych, elastycznych czujników pH przeznaczonych do pomiarów w symulowanych próbkach biologicznych.
<b>Zadania do wykonania</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literaturowy dotyczący wykorzystania grafenu w konstrukcji elastycznych sensorów potencjometrycznych oraz rozwiązań bez elektrolitowych elektrod pH-metrycznych</li> <li>2. W oparciu o zebrane dane, zaprojektowanie i wykonanie elektrody pH-metrycznej na podłożu szklanym oraz polimerowym.</li> <li>3. Wyznaczenie podstawowych parametrów analitycznych elektrod tj. czułości, zakresu pomiarowego, czasu odpowiedzi. Badanie wpływu podłoża na trwałość elektrod.</li> <li>4. Zaprojektowanie stanowisk pomiarowych do badań wpływu zginania i rozciągania na trwałość czujników pH-metrycznych.</li> <li>5. Zbadanie zmian w wybranych elementach konstrukcji proponowanych czujników na ich trwałość mechaniczną i parametry pomiarowe.</li> <li>6. Pomiary pH z wykorzystaniem opracowanych elektrod w symulowanych próbkach biologicznych.</li> <li>7. Opracowanie i przedstawienie wyników w formie tabelarycznej i graficznej</li> <li>8. Podsumowanie wyników oraz sformułowanie wniosków końcowych.</li> <li>9. Przedstawienie uzyskanych wyników w formie manuskryptu pracy magisterskiej.</li> </ol>
<b>Źródła</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gil, R.L., Rodriguez Lorenzo, L., Espiña, B., Queirós, R.B. (2024). All-Solid-State Potentiometric Sensor Based on Graphene Oxide as Ion-to Electron Transducer for Nitrate Detection in Water Samples. Chemosensors, 12, 86</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Manjakkal, L., Dervina, S., and Dahiya, R., (2020). Flexible potentiometric pH sensors for wearable systems. <i>RSC Adv.</i>,10, 8594-8617</li> <li>3. Bhagavathsingh, S.E., Abraham, J., <i>et al.</i> (2026). Functionalized graphene oxide-based electrode material for the potentiometric detection of codeine phosphate in commercial cough syrups for forensic applications. <i>Sci Rep.</i></li> <li>4. Aref, M., Ranjbari, E., García-Guzmán, J.J., Hu, K., Lork, A., Crespo, G.A., Ewing, A.G., and Cuartero, M., (2021). Potentiometric pH Nanosensor for Intracellular Measurements: Real-Time and Continuous Assessment of Local Gradients, <i>Analytical Chemistry</i>, 93 (47), 15744-15751</li> <li>5. Hernández, R., Riu, J., Bobacka, J., Vallés, C., Jiménez, P., Benito, A.M., Maser, W.K., and Rius, F.X., (2012). Reduced Graphene Oxide Films as Solid Transducers in Potentiometric All-Solid-State Ion-Selective Electrodes. <i>The Journal of Physical Chemistry C</i>, 116 (42), 22570-22578</li> </ol>
<b>Efekt prac na zakończenie semestru (do ostatniego dnia zajęć)</b>	Przegląd literaturowy, prototypowe konstrukcje elektrod pH-metrycznych
<b>Liczba wykonawców</b>	1
<b>Uwagi</b>	<b>Specjalność:</b>

<b>Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)</b>	<b>Wpływ parametrów anodowego osadzania warstw Cu-BDC-NH<sub>2</sub> na ich morfologię oraz selektywność materiału sensorowego we fluorymetrycznym wykrywaniu i oznaczaniu katecholu jako modelowego bioanalitu</b>
<b>Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)</b>	Influence of anodic deposition parameters of Cu-BDC-NH <sub>2</sub> films on their morphology and the selectivity of the sensing material in the fluorimetric detection and determination of catechol as a model bioanalyte
<b>Opiekun pracy</b>	Dr inż. Radosław Pomećko, prof. uczelni
<b>Konsultant pracy</b>	Mgr inż. Paulina Miklaszewska Prof. dr hab. inż. Ewa Wagner-Wysiecka
<b>Cel pracy</b>	Celem pracy jest zbadanie wpływu parametrów procesu osadzania anodowego (czas, temperatura, potencjał osadzania) na morfologię warstw szkieletu metaloorganicznego Cu-BDC-NH <sub>2</sub> oraz ustalenie zależności pomiędzy tymi parametrami a charakterystyką analityczną materiału receptorowego dedykowanego do wykrywania i oznaczania katecholu. Katechol wyselekcjonowano jako modelowy analit dla katecholamin i ich metabolitów.
<b>Zadania do wykonania</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczącej elektrochemicznej syntezy szkieletów metaloorganicznych oraz zastosowań MOF w sensoryce biomedycznej oraz znaczenia katecholu jako modelowego analitu dla katecholamin i ich metabolitów</li> <li>2. Konstrukcja stanowiska do osadzania anodowego</li> <li>3. Walidacja stanowiska pomiarowego w oparciu o syntezę opisaną w literaturze</li> <li>4. Osadzenie warstw Cu-BDC-NH<sub>2</sub> przy różnych parametrach procesu (temperatura, czas, potencjał osadzania)</li> <li>5. Charakterystyka otrzymanych warstw: SEM, EDS, spektroskopia UV-Vis w trybie odbiciowym</li> <li>6. Opracowanie i analiza zależności pomiędzy parametrami osadzania warstw Cu-BDC-NH<sub>2</sub>, a selektywnością warstwy we fluorymetrycznym oznaczaniu katecholu</li> <li>7. Podsumowanie i sformułowanie wniosków końcowych</li> </ol>
<b>Źródła</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buchan, I., Ryder, M. R., Tan, J.-C. (2015). Micromechanic Behavior of Polycrystalline Metal-Organic Framework Thin Films Synthesized by Electrochemical Reaction. <i>Crystal Growth &amp; Design</i>, 15(4), 1991-1999</li> <li>2. Guo, W., Han, N., Wang, S., Zhou, Z., Pan, H., Zhang, W., Zhang, X., Fransaer, J (2025). Anodic deposition of metal-organic films: From fundamentals to applications. <i>Coordination Chemistry Reviews</i>, 544, 216955</li> <li>3. Wang, L., Sun, Y., Zhang, H., Shi, W., Huang, H., Li, Y. (2023). Selective sensing of catechol based on a fluorescent nanozyme with catechol oxidase activity.</li> </ol>

	<p><i>Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy</i>, 302, 123003</p> <p>4. Guo, W., Zhang, W., Han, N., Xie, S., Zhou, Z., Monnens, W., Martinez Mora, O., Xue, Zhenhong, Zhang, X., Zhang, X., Fransaer, J. (2023). Electrosynthesis of Metal-Organic Framework Films with Well-Defined Facets. <i>Chemistry – A European Journal</i>, 29(62), e202302338</p> <p>5. Bhindi, M., Massengo, L., Hammerton, J., Derry, M. J., Worrall, S. D. (2023). Structure Control Using Bioderived Solvents in Electrochemical Organic Framework Synthesis. <i>Applied Sciences</i>, 13(2), 720</p> <p>6. Guo, W., Zhou, Z., Han, N., Zhang, W., Pan, H., Liu, Y., Xie, S., Monnens, W., Zhang, X., Chanut, N., Etienne, M., Ameloot, R., Zhang, X., Fransaer, J. (2025). The Ultra-Fast Room-Temperature Electrosynthesis of Zeolitic Imidazolate Framework Films. <i>ACS Nano</i>, 19(29), 26612-26623</p>
<b>Efekt prac na zakończenie semestru (do ostatniego dnia zajęć)</b>	<p>Przegląd literatury. Znajomość elektrochemicznych metod osadzania warstw szkieletów metaloorganicznych (z wyszczególnieniem osadzania anodowego).</p> <p>Uzyskanie pilotażowej osadzonej warstwy Cu-BDC-NH<sub>2</sub> na wybranym substracie</p>
<b>Liczba wykonawców</b>	<b>1</b>
<b>Uwagi</b>	<b>Specjalność:</b>

<b>Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. pol.)</b>	<b>Badanie wpływu warunków syntezy na wydajność i selektywność tworzenia makrocyklicznych bisazowych chromojonoforów – molekularnych receptorów pary jonów Pb(II)/Bi(III)</b>
<b>Temat pracy dyplomowej magisterskiej (jęz. ang.)</b>	Study of the influence of synthesis conditions on the yield and selectivity of formation of macrocyclic bisazo chromoionophores as molecular receptors for the Pb(II)/Bi(III) ion pair
<b>Opiekun pracy</b>	Prof. dr hab. inż. Ewa Wagner-Wysiecka
<b>Konsultant pracy</b>	Dr inż. Radosław Pomećko, prof. uczelni
<b>Cel pracy</b>	Celem pracy jest zbadanie wpływu warunków syntezy na wydajność i selektywność tworzenia makrocyklicznych bisazowych chromojonoforów zawierających fragment imidazolu – molekularnych receptorów pary jonów Pb(II)/Bi(III). Szczególna uwaga zostanie poświęcona porównaniu klasycznej makrocyklizacji prowadzonej w warunkach wysokiego rozcieńczenia z syntezą prowadzoną w zmodyfikowanych warunkach, w tym potencjalnie w układzie przepływowym. Istotnym celem będzie analiza profilu produktów reakcji, ze szczególnym uwzględnieniem udziału oczekiwanych makrocykli oraz produktów ubocznych. Ważnym aspektem będzie określenie możliwości zwiększenia dostępności syntetycznej badanych receptorów. Jest to istotne dla ich potencjalnych zastosowań w analityce biomedycznej: pary jonów Pb(II)/Bi(III), ważnej w badaniach nad radioterapeutykami, w których radioizotopy bizmutu mogą być generowane <i>in situ</i> z radioizotopów ołowiu.
<b>Zadania do wykonania</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przegląd literatury dotyczącej makrocyklicznych chromojonoforów azowych, syntezy makrocykli oraz znaczenia układu Pb(II)/Bi(III) w analityce biomedycznej.</li> <li>2. Wybór modelowego układu syntezy makrocyklicznego bisazowego receptora zawierającego fragment imidazolu.</li> <li>3. Analiza dotychczas stosowanej syntezy w warunkach wysokiego rozcieńczenia jako punktu odniesienia dla badań porównawczych.</li> <li>4. Przeprowadzenie syntez w zmodyfikowanych warunkach, w tym ewentualnie w układzie przepływowym.</li> <li>5. Określenie wpływu parametrów reakcji, takich jak stężenie reagentów, czas reakcji, pH, temperatura i sposób mieszania, na wydajność oraz selektywność tworzenia makrocyklu.</li> <li>6. Analiza profilu produktów reakcji oraz identyfikacja produktów ubocznych.</li> <li>7. Charakterystyka otrzymanych produktów oraz mieszanin poreakcyjnych metodami spektroskopowymi, w szczególności <sup>1</sup>H NMR, z uwzględnieniem analizy składu mieszanin oraz określenia wydajności tworzenia oczekiwanych makrocykli.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Opracowanie i przedstawienie wyników w formie tabelarycznej i graficznej, z uwzględnieniem wpływu warunków syntezy na wydajność i selektywność makrocyclizacji.</li> <li>9. Wstępna ocena właściwości kompleksujących otrzymanych receptorów wobec jonów Pb(II) i/lub Bi(III).</li> <li>10. Podsumowanie wyników oraz sformułowanie wniosków końcowych.</li> <li>11. Przedstawienie uzyskanych wyników w formie manuskryptu pracy magisterskiej.</li> </ol>
<b>Źródła</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zhou, Y., Huang, X., Tang, Y., Zhang, Y., Zhao, Y., Cao, J., &amp; Yan, J. (2026). Improved Continuous Flow Synthesis of a Diazo Dye in a Teaching Laboratory and Its Digitalization. <i>Journal of Chemical Education</i>, 103(1), 50.</li> <li>2. Kuijpers, K. P., Weggemans, W. M., Verwijlen, C. J. A., &amp; Noël, T. (2021). Flow chemistry experiments in the undergraduate teaching laboratory: synthesis of diazo dyes and disulfides. <i>Journal of Flow Chemistry</i>, 11(1), 7-12.</li> <li>3. Galiński, B., &amp; Wagner-Wysiecka, E. (2024). Macrocyclic derivatives of imidazole as chromoionophores for bismuth (III)/lead (II) pair. <i>Sensors and Actuators B: Chemical</i>, 399, 134798.</li> <li>4. Galiński, B., Chojnacki, J., Szwarz-Karabyka, K., Małkowski, A., Sopol, D., Zwolińska, A., &amp; Wagner-Wysiecka, E. (2023). Chromogenic azomacrocycles with imidazole residue: Structure vs. properties. <i>Dyes and Pigments</i>, 219, 111610.</li> <li>5. Mikłaszewska, P., Aszyk, M., Sowiński, P., Okuniewski, A., Kaczorowska, Z., Antonowicz, Z., ... &amp; Wagner-Wysiecka, E. (2026). Chromogenic azomacrocycles with imidazole residue—Part II: Effect of spacer type and N–H orientation on chromogenic and spectroscopic properties. <i>Dyes and Pigments</i>, 113696.</li> <li>6. Yong, K., &amp; Brechbiel, M. W. (2011). Towards translation of <sup>212</sup>Pb as a clinical therapeutic; getting the lead in!. <i>Dalton Transactions</i>, 40(23), 6068-6076.</li> <li>7. Montavon, G., Le Du, A., Champion, J., Rabung, T., &amp; Morgenstern, A. (2012). DTPA complexation of bismuth in human blood serum. <i>Dalton Transactions</i>, 41(28), 8615-8623.</li> <li>8. Lange, J. L., Davey, P. R., Ma, M. T., White, J. M., Morgenstern, A., Bruchertseifer, F., ... &amp; Paterson, B. M. (2020). An octadentate bis (semicarbazone) macrocycle: a potential chelator for lead and bismuth radiopharmaceuticals. <i>Dalton Transactions</i>, 49(42), 14962-14974.</li> </ol>
<b>Efekt prac na zakończenie semestru (do ostatniego dnia zajęć)</b>	Przegląd literatury, opracowanie procedury syntezy modelowego związku, wykonanie wstępnych eksperymentów oraz uzyskanie pierwszych wyników analizy mieszanin poreakcyjnych (np. <sup>1</sup> H NMR).

<b>Liczba wykonawców</b>	<b>1</b>
<b>Uwagi</b>	<b>Specjalność:</b> Praca ma charakter interdyscyplinarny - obejmuje elementy syntezy chemicznej, analizy spektroskopowej oraz opracowania i interpretacji danych. Możliwe jest włączenie elementów związanych z przetwarzaniem danych pomiarowych lub wsparciem układów pomiarowych (np. synteza przepływowa). Nie jest wymagana bardzo zaawansowana wiedza chemiczna.