



Politechnika Łódzka

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej

Łódź, 09.09.2026

Prof. dr hab. inż. Marta Gmurek
Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
Wydział Chemii
Politechnika Łódzka
Ul. Żeromskiego 116
90-924 Łódź,

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Tymoteusza Marka Klisia

**pt.: „Opracowanie, konstrukcja i optymalizacja zminiaturyzowanych źródeł
wzbudzania zimnej plazmy atmosferycznej do zastosowania w optycznej
spektrometrii emisyjnej”**

Promotor: dr. hab. inż. Piotra Jamroza, prof. uczelni

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Anna Dzimitrowicz, prof. uczelni

Dziedzina nauki: nauki ścisłe i przyrodnicze

Dyscyplina nauki: nauki chemiczne

1. Podstawa prawna i ocena formalna dorobku

Podstawą wykonania recenzji pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Tymoteusza Marka Klisia było pismo Pana dr hab. inż. Roberta Góry prof. uczelni z dnia 15 lipca 2026 r. informujące o powołaniu mnie na recenzenta ww. pracy, zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Wrocławskiej z dnia 14 lipca 2026 r.

Przedmiotem niniejszej recenzji jest rozprawa doktorska zatytułowana „Opracowanie, konstrukcja i optymalizacja zminiaturyzowanych źródeł wzbudzania zimnej plazmy atmosferycznej do zastosowania w optycznej spektrometrii emisyjnej”, przygotowana w Katedrze Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Praca została zrealizowana pod kierunkiem promotora dr. hab. inż. Piotra Jamroza, prof. uczelni, oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Anny Dzimitrowicz, prof. uczelni.

ul. Żeromskiego 114, 90-924 Łódź, budynek A34
tel. +48 42 631-31-17, w3i31@adm.p.lodz.pl
Adres do korespondencji:
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź



Ocena dysertacji oraz całościowego dorobku naukowego Kandydata została sporządzona zgodnie z kryteriami określonymi w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 2202), określającej standardy samodzielności i oryginalności prac badawczych ubiegających się o stopień naukowy doktora w dyscyplinie nauki chemiczne. Warto podkreślić, że badania te uzyskały znaczące wsparcie finansowe z zewnętrznych źródeł, w tym z projektów badawczych Narodowego Centrum Nauki, a mianowicie grantu Opus 17 zatytułowanego „Wyładowanie barierowe generowane w aerozolu próbki do odparowania roztworu i chemicznego tworzenia lotnych indywiduów – nowe i uniwersalne systemy wprowadzania próbek do czułych i wolnych od interferencji wielopierwiastkowych analiz metodą ICP-MS”, a także w ramach polsko-czeskiego projektu WEAVE-UNISONO, kierowanych przez prof. dr. hab. inż. Pawła Pohla. Kandydat w obu tych projektach pełnił funkcję stypendysty, co świadczy o jego bezpośrednim wkładzie w realizację zaawansowanych programów badawczych o zasięgu międzynarodowym.

2. Aktualność tematyki badawczej

Klasyczne techniki analityczne, takie jak spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-OES), stanowią obecnie fundament współczesnej analizy pierwiastkowej, oferując niezwykle niskie granice wykrywalności oraz szeroki zakres oznaczalności. Mimo tych niezaprzeczalnych zalet, powszechne stosowanie aparatury ICP-OES wiąże się z barierami ekonomicznymi i technicznymi, takimi jak wysoka cena zakupu instrumentów, konieczność ciągłego zasilania o dużej mocy oraz ogromne zużycie gazów plazmowych, głównie argonu. Cechy te sprawiają, że tradycyjne systemy są całkowicie nieprzydatne do prowadzenia szybkich pomiarów terenowych bezpośrednio w miejscu pobierania próbki, co generuje dodatkowe koszty i ryzyko związane z transportem i przechowywaniem materiału analitycznego.

Tematyka badawcza podjęta przez mgr. inż. Tymoteusza Marka Klisia wpisuje się idealnie w najnowsze światowe trendy chemii analitycznej nakierowane na miniaturyzację źródeł plazmowych oraz rozwój koncepcji zielonej chemii analitycznej (Green Analytical Chemistry). Badania nad zminiaturyzowanymi źródłami zimnej plazmy atmosferycznej typu APGD (Atmospheric Pressure Glow Discharge), wykazującymi pobór mocy na poziomie kilku lub kilkunastu watów i minimalne zużycie gazów roboczych, stanowią niezwykle cenną alternatywę dla klasycznych systemów.

Połączenie tych zminiaturyzowanych detektorów z efektywnymi i selektywnymi technikami wprowadzania próbek, takimi jak chemiczne i fotochemiczne generowanie par lotnych, tworzy podwaliny pod budowę w pełni autonomicznych, mobilnych i tanich systemów analitycznych do zastosowań in situ, które mogą z powodzeniem rywalizować z komercyjnymi, stacjonarnymi instrumentami.

3. Ogólna charakterystyka pracy

Przedłożona rozprawa doktorska charakteryzuje się logicznym, spójnym i przejrzystym układem. Część wprowadzająca przygotowana w języku polskim liczy 72 strony i pełni funkcję przewodnika po dorobku publikacyjnym Kandydata. Na kompozycję ocenianego dorobku składa się cykl czterech powiązanych tematycznie publikacji naukowych, które reprezentują poszczególne etapy realizacji projektu badawczego.

P1: zamieszczona w czasopiśmie Journal of Analytical Atomic Spectrometry (Q1, 140 pkt. Ministerialnych, first author) opublikowana w 2024 roku, dotyczy opracowania zminiaturyzowanego źródła AC-APGD sprzężonego z fotochemicznym generowaniem par do oznaczania rtęci.

P2: opublikowana w Spectrochimica Acta Part B (Q1, 140 pkt. Ministerialnych, first & corresponding author) w 2025 roku, prezentuje rozwój układu HG-APGD-OES ze stałymi elektrodami wolframowo-miedzianymi do oznaczania germanu.

P3: W załączonej dokumentacji preprint, finalnie praca opublikowana w czasopiśmie Talanta (Q1, 140 pkt. Ministerialnych, first & co-corresponding author) w 2026 (regularny numer z data 2027) roku, w której opisano system CVG-APGD-OES ze złotym amalgamatorem do ultraśladowej detekcji rtęci w wodzie pitnej.

P4: publikacja w Food Research International (Q1, 140 pkt. Ministerialnych, first author) z 2025 roku, analizująca wpływ zimnej plazmy atmosferycznej na parametry fizykochemiczne oraz spektrum metalomiczne win czerwonych i białych.

Kluczowym elementem podlegającym ocenie formalnej na obecnym etapie procedowania jest ostateczny status artykułów wchodzących w skład cyklu. W oficjalnie przedłożonej do recenzji dokumentacji trzecia praca Kandydata funkcjonowała jako niezweryfikowany preprint o statusie manuskryptu zgłoszonego do druku na platformie SSRN. Jako recenzent dokonałam jednak samodzielnej weryfikacji i z ogromną satysfakcją stwierdzam, że praca ta została ostatecznie pomyślnie opublikowana w prestiżowym i wysoce punktowanym czasopiśmie Talanta jako pełnoprawny artykuł

naukowy (Talanta, 312, Part B, 2027, 130506, Doi: 10.1016/j.talanta.2026.130506). Fakt ten w sposób zasadniczy zmienia pozycję formalno-prawną Doktoranta, eliminując całkowicie zastrzeżenie dotyczące oparcia rozprawy na niezweryfikowanym naukowo materiale i potwierdzając, że wszystkie cztery filary cyklu przeszły pomyślnie przez rygorystyczny proces recenzencki typu peer-review w wiodących czasopismach analitycznych z bazy Journal Citation Reports. Porównanie wersji preprintu z wersją ostatecznie opublikowaną ujawnia jednak bardzo istotne, korzystne zmiany merytoryczne i metodologiczne, które zostaną szczegółowo przeanalizowane w dalszej części niniejszej oceny.

Ranga naukowa czasopism, w których Doktorant opublikował swoje prace, jest wybitnie wysoka, co stawia go w czołówce młodych badaczy w dziedzinie chemii analitycznej i spektrometrii atomowej. Wszystkie cztery artykuły ukazały się w czasopismach o uznanej międzynarodowej renomie, przypisanych do pierwszego kwartyła (Q1) według wskaźnika JCR oraz posiadających wysoką punktację według aktualnego wykazu Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN). Kluczowym aspektem podlegającym szczególnej pochwie jest jednak struktura autorstwa. Kandydat jest pierwszym autorem we wszystkich czterech publikacjach składających się na cykl (100% udziału jako wiodący autor), a w dwóch z nich (SAB 2025 oraz Talanta 2027) pełni dodatkowo rolę autora korespondującego lub współkorespondującego. W polskim środowisku akademickim status autora korespondującego na publikacjach w tak prestiżowych czasopismach analitycznych jest jasnym i niepodważalnym sygnałem, że Doktorant nie był jedynie wykonawcą zleconych procedur, lecz rzeczywistym liderem naukowym, twórcą koncepcji badawczych i osobą odpowiedzialną za koordynację współpracy, w tym z ośrodkami zagranicznymi (Masaryk University).

Część wprowadzająca precyzyjnie wiąże ze sobą poszczególne elementy cyklu publikacyjnego, wykazując ich wzajemne, logiczne powiązania merytoryczne. Publikacje 1–3 reprezentują badania nad układami ze stałymi elektrodami sprzężonymi z systemami generowania lotnych indywiduum, co pozwoliło na stopniowe rozwijanie czułości analitycznej (od PCVG-APGD, przez stabilizację hydrofobową w HG-APGD, aż po wysokowydajny system amalgamacyjny ze złotą pułapką). Publikacja 4 stanowi naturalne i cenne uzupełnienie tego ciągu technologicznego, skupiając się na diagnostyce fizykochemicznej i badaniu interakcji plazma-ciecz w układach o zmiennej polaryzacji (FLA, FLC, FLE) na przykładzie złożonych matryc organicznych win.

Do niewątpliwych zalet tej części należy zaliczyć niezwykle staranne i czytelne opracowanie graficzne schematów blokowych i rysunków instalacji reakcyjnych, które zostały wykonane przy użyciu profesjonalnego narzędzia BioRender, co w istotnym stopniu ułatwia interpretację złożonych podzespołów konstrukcyjnych opracowanych mikroaparatów.

Niestety w części wprowadzającej zauważyć można zaniedbania edytorsko-warsztatowe, takie jak całkowite pominięcie i niezałączenie Materiałów Uzupełniających (Supplementary Information – SI / ESI) do włączonych artykułów naukowych. W nowoczesnej chemii analitycznej te materiały uzupełniające stanowią integralną część publikacji, zawierając szczegółowe dane eksperymentalne, krzywe kalibracyjne, widma tła, czy surowe dane spektroskopowe, bez których pełna ocena merytoryczna badań jest niemożliwa. Sam Doktorant w tekście opisowej wielokrotnie odwołuje się bezpośrednio do rysunków i danych z SI (np. na stronie 36 odsyła do widma emisyjnego żarówki w „SI Publikacja 1”, na stronie 41 do rysunku stabilności GLS w „SI Publikacja 2”, a na stronie 61 do widma emisyjnego wina w „SI Publikacja 4”). Zmuszanie recenzentów i czytelników do samodzielnego przeszukiwania i pobierania tych materiałów z internetowych baz wydawców w celu weryfikacji danych zawartych w dysertacji świadczy o pośpiechu i jest istotnym niedociągnięciem warsztatowym Kandydata.

Co więcej, poddając tę część ocenie metodologicznej, należy sformułować zasadnicze zastrzeżenie dotyczące braku sformułowania jasnej i jawnej hipotezy badawczej. W rozdziale drugim, zatytułowanym „Cel badań”, Doktorant ograniczył się wyłącznie do wyznaczenia celów o charakterze technologicznym, konstrukcyjnym i optymalizacyjnym. Dysertacja ubiegająca się o stopień doktora nauk chemicznych nie może mieć wyłącznie charakteru inżynierskiego. Powinna ona stawiać i weryfikować tezy naukowe o wymiarze fundamentalnym, na przykład dotyczące korelacji parametrów fizykochemicznych plazmy z wydajnością określonych procesów wzbudzenia lub mechanizmów generowania rodników. Skupienie się wyłącznie na zadaniach optymalizacyjnych bez wyraźnego wyznaczenia hipotezy naukowej stanowi istotną słabość metodologiczną przedstawionej pracy.

4. Szczegółowa ocena merytoryczna publikacji i wyników badań

Pierwsza publikacja, zamieszczona w czasopiśmie Journal of Analytical Atomic Spectrometry [P1], koncentruje się na opracowaniu zminiaturyzowanego,

zmiennoprądowego systemu AC-APGD zasilanego z taniego transformatora do neonów o mocy poniżej dziesięciu watów. Nowatorskim elementem było zintegrowanie tego źródła z fotochemicznym generowaniem par (PCVG), eliminującym konieczność stosowania toksycznych i niestabilnych reduktorów chemicznych. Jako donor rodników redukujących przebadano szeroką gamę związków organicznych, wykazując, że kwas mrówkowy w stężeniu masowym 8% zapewnia najwyższą wydajność redukcji fotochemicznej przy stabilności wyładowania na poziomie odchylenia RSD poniżej 5%. W pracy przeprowadzono rzetelną diagnostykę spektroskopową mikroplazmy, wyznaczając temperatury rotacyjne, oscylacyjne i gęstość elektronową, a wyznaczona granica wykrywalności rtęci na poziomie 0,33 $\mu\text{g/L}$ udowadnia wysoką użyteczność analityczną systemu.

Druga praca, opublikowana w czasopiśmie Spectrochimica Acta Part B [P2], dotyczy konstrukcji wyrafinowanego technicznie detektora teflonowego ze stałymi elektrodami ze stopu miedzi i wolframu do oznaczania germanu przy użyciu metody generowania wodorków (HG-APGD-OES). Doktorant rozwiązał poważny problem hydrodynamiczny związany z niekontrolowanymi pulsacjami sygnału germanu (spowodowanymi gromadzeniem się pęcherzyków wodoru w łącznikach) poprzez wprowadzenie innowacyjnej, podwójnej pętli reakcyjnej w systemie separatora GLS o objętości 10mL oraz zmianę punktu dopływu helu. Układ zoptymalizowano m.in. pod kątem natężenia prądu wyładowania (45mA) i stężenia NaBH_4 (3% mas.), uzyskując doskonałą granicę wykrywalności germanu wynoszącą 0,4 $\mu\text{g/L}$ oraz wykazując wysoką tolerancję na obecność jonów wapnia, potasu i magnezu w wodach rzeczywistych.

Trzecia publikacja, opublikowana w czasopiśmie Talanta [P3], stanowi wybitne osiągnięcie konstrukcyjne i metodyczne Kandydata, dedykowane oznaczaniu ultraśladowych ilości rtęci w wodzie pitnej. System CVG-APGD-OES połączono tu z autorską jednostką termicznej desorpcji ze złotego amalgamatora (GT), składającą się z kwarcowej rurki wypełnionej siatką z czystego złota o powierzchni sorpcyjnej dziesięciu centymetrów kwadratowych. Szybkie i powtarzalne ogrzewanie zwoju Kanthal D zapewniono poprzez zastosowanie wysokoprądowego akumulatora litowo-polimerowego LiPo, co pozwoliło na podgrzanie wnętrza pułapki do 390°C w czasie 200 sekund. Zastosowanie tak wydajnego systemu zateżania w połączeniu z aproksymacją pikowa funkcją EMG (Exponentially Modified Gaussian) zaowocowało ponad

stukrotnym obniżeniem limitu detekcji, osiągając rewelacyjny i w pełni konkurencyjny dla techniki ICP-MS wynik 3ng/L.

Szczególne znaczenie z punktu widzenia oceny merytorycznej rozwoju naukowego Kandydata ma porównanie wersji przedłożonego w dokumentacji preprintu z wersją ostatecznie opublikowaną w Talanta. Recenzenci czasopisma słusznie zwrócili uwagę na uproszczoną definicję sygnału analitycznego w pierwotnym manuskrypcie, gdzie Doktorant przyjmował jako sygnał analityczny numerycznie wyznaczone maksimum dopasowanej funkcji EMG. W wersji ostatecznej metodologię tę zmieniono na znacznie bardziej rzetelne całkowanie pola powierzchni pod krzywą EMG (peak area integration). Zmiana ta zaowocowała istotnym wzrostem precyzji analitycznej dla najniższych stężeń rtęci, obniżając współczynnik RSD z 6.4% i 4,2%. Ponadto, oryginalna walidacja prowadzona wyłącznie na wodzie kranowej została rozszerzona o analizę trzech próbek o skrajnie różnej twardości (wody miękkiej, średnio twardej i twardej), co zostało zilustrowane nowo wprowadzoną tabelą 5, wydatnie zwiększając uniwersalność i wiarygodność zaproponowanej metody.

Czwarty artykuł, opublikowany w czasopiśmie Food Research International [P4], skupia się na badaniu fundamentalnych mechanizmów oddziaływania plazmy atmosferycznej z mediami ciekłymi o złożonej matrycy organicznej, jakimi są wina czerwone i białe. W badaniach wykorzystano trzy konfiguracje wyładowań jarzeniowych (z ciekłą katodą FLC, anodą FLA oraz elektrodą zmiennoprądową FLE) zasilanych napięciem ponad 1kV. Doktorant przeanalizował generowanie form RONS, zmiany przewodnictwa, pH oraz, co niezwykle ciekawe, wpływ traktowania plazmą na frakcjonowanie metali, wykazując rozpad związków koordynacyjnych metali z polifenolami i uwalnianie jonów do frakcji o masie poniżej pięciu kilodaltonów. Badania te dostarczyły cennych danych diagnostycznych, które posłużyły do głębszego zrozumienia procesów wzbudzenia analitycznego w układach mikroplazmowych.

Pomimo wysokiej wartości naukowej prezentowanych publikacji, przedłożony materiał posiada drastyczne uchybienie edytorskie i merytoryczne. Jak zasygnalizowano już przy ocenie kompozycji, to rażące zaniedbanie obciąża warsztat edytorski Kandydata.

Kolejnym uchybieniem, które rzutuje na rzetelność części opisowej, jest błąd edytorski popełniony przez Doktoranta na stronie 57. Przy omawianiu wyników trzeciej publikacji [P3] i porównywaniu osiągniętej granicy wykrywalności rtęci ze złotym amalgamatem, Doktorant napisał dosłownie, że wynosi ona 0,003 g/dm³. Pominięcie przedrostka „μ” i

pozostawienie samej jednostki g/L oznacza, że zadeklarowana przez niego w opisie wartość jest milion razy gorsza niż rzeczywista wykrywalność uzyskana w badaniach i opublikowana w czasopiśmie Talanta (0,003 µg/L). Tego typu pomyłki edytorskie w kluczowych parametrach analitycznych są niedopuszczalne w pracy doktorskiej.

Część opisowa rozprawy charakteryzuje się niestety niską dbałością o poprawność językową, co znacząco obniża estetyczną i akademicką wartość dzieła. Doktorant notorycznie popełnia rażące błędy w pisowni łącznej cząstki „by” z czasownikami, pisząc rozdzielnie zwroty takie jak „mogły by” na stronie 16, „stało by się” na stronie 16, oraz „osiągnęło by się” na stronie 36. W tekście występują również błędy składniowe, jak niespójne sformułowanie „usystematyzowanie zgrupowanie” w przedmowie na stronie 11, podwójne użycie słowa „jest” w jednym zdaniu na stronie 16. Ponadto w pracy widoczne są błędy deklinacyjne, jak zwrot „o użycze” zamiast „o użyciu” na stronie 52, oraz proste literówki w terminologii naukowej, gdzie separator gaz-ciecz w języku angielskim zapisano jako „Separartor” w spisie akronimów, a odparowanie elektrotermiczne określono jako „elektrotermicane” w tabeli 1 na stronie 31.

5. Pytania do Doktoranta i zagadnienia do dyskusji podczas obrony

W związku z przedstawionymi uwagami merytorycznymi, zwracam się do Doktoranta z prośbą o udzielenie wyczerpujących i precyzyjnych wyjaśnień na następujące pytania podczas publicznej obrony.

- 1) Czy w badaniach nad germanem w Publikacji 2 sprawdzano stopień ewentualnej retencji lub częściowego rozkładu wodorku germanu na wysoce zasadowym, stałym złożu NaOH stosowanym jako osuszacz w porównaniu do klasycznej kondensacyjnej pętli chłodzącej? W jaki sposób Autor kontrolował i kompensował nieuniknioną erozję elektrod miedziano-wolframowych w komorze teflonowej przy prądzie 45mA oraz w jaki sposób stopnienie lub skrócenie elektrod wpływało na powtarzalność kalibracji i stabilność tła analitycznego?
- 2) Dlaczego w Publikacji 3 zastosowanie nowoczesnego zasilacza impulsowego charakteryzującego się impulsami nanosekundowymi uniemożliwiło efektywne wzbudzenie linii emisyjnej rtęci pomimo teoretycznie bardzo wysokiej energii chwilowej wyładowania?
- 3) Z jakich względów metodycznych wyznaczenie sygnału analitycznego na podstawie pola powierzchni pod pikiem dopasowanej funkcji EMG okazało się

wersji opublikowanej w Talanta bardziej precyzyjne niż wyznaczanie maksimum funkcji EMG zastosowane w pierwotnym preprintcie?

Powyższe uwagi nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy, którą oceniam w pełni pozytywnie. Badania wykonywane przez Doktoranta cechuje staranność i dogłębne przemyślenie eksperymentów na etapie ich projektowania i przygotowania, co zaowocowało interesującymi wynikami. Chciałabym jeszcze zwrócić uwagę na dorobek oraz aktywność naukową Doktoranta poza obszarem objętym rozprawą doktorską. W mojej opinii całokształt dorobku (który jest imponujący) znacząco przekracza wymagania stawiane Doktorantom. Wszystko to znamionuje dojrzałość Doktorantka, jako eksperymentatora i jest dobrym prognostykiem jego sukcesów, jako samodzielnego badacza.

6. Konkluzja i wniosek końcowy

Podsumowując całokształt przedstawionych materiałów, należy stwierdzić, że rozprawa doktorska mgr. inż. Tymoteusza Marka Klisia reprezentuje wybitnie wysoki poziom konstrukcyjny i inżynierski. Zaprojektowane i zoptymalizowane przez Kandydata mikrosystemy analityczne charakteryzują się oryginalnością i stanowią istotny wkład w rozwój nowoczesnej aparatury do optycznej spektrometrii emisyjnej. Osiągnięcie limitu detekcji rtęci na poziomie 3ng/L przy użyciu autonomicznej aparatury zasilanej akumulatorowo jest wynikiem o charakterze przełomowym.

Odnosząc się do aktualnie obowiązujących przepisów prawnych (Dz. U z 2018 r. poz.1668 ze zm.) rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką Promotorów, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantka w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Na podstawie przekazanej do oceny rozprawy doktorskiej, stwierdzam, że opracowanie otrzymane do recenzji spełnia powyższe warunki. Treść rozprawy potwierdza wiedzę teoretyczną Doktoranta, a sprecyzowane cele i zakres badań, ich zaplanowanie i opis oraz interpretacja wyników świadczą o dojrzałości naukowej i potwierdzają umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Mimo krytycznych uwag edytorskich i redakcyjnych, praca pod względem merytorycznym i ilościowym w pełni spełnia kryteria stawiane dysertacjom akademickim.

Zatem wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie mgr. inż. Tymoteusza Marka Klisia do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze do uzyskania stopnia doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.

