



**WYDZIAŁ
CHEMII**

Uniwersytet Łódzki

Łódź, dnia 20.12.2018 r.

Dr hab. prof. Uł Robert Zakrzewski
Kierownik Zakładu Dydaktyki Chemii
i Popularyzacji Nauki
tel. 42 635 5790
e-mail: robert.zakrzewski@chemia.uni.lodz.pl

**Recenzja pracy doktorskiej Pani mgr Kingi Orwat
pod tytułem „Badanie polimorfizmu chloranu(VII)
heksadimetylosulfotlenku magnezu oraz inne eksperymenty
opracowane pod kątem ich wykorzystania w nauczaniu chemii na
różnych poziomach edukacyjnych”
wykonanej w Zakładzie Dydaktyki Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego
pod kierunkiem Pani prof. dr hab. Anny Migdał-Mikuli**

Przedstawiona do recenzji praca wpisuje się w nurt badań z zakresu dydaktyki chemii na różnych poziomach edukacyjnych: III etap edukacyjny (szkoła podstawowa/gimnazjum), IV etap edukacyjny poziom podstawowy oraz rozszerzony (szkoła ponadpodstawowa) oraz V i VI poziom (akademicki). W tym kontekście, niniejsza praca skupia się na podjęciu próby rozwiązania wybranych, aktualnych problemów z tej dziedziny. Połączenie badań diagnostycznych (mających na celu dostarczeniu informacji o źródle, okolicznościach i uwarunkowaniach działania wybranego systemu) i oceniających (ocena skuteczności podjętych działań w praktyce) jest kluczowe dla rozwoju nauki oraz praktyki, a założenie to stanowi podstawę dla struktury recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Ogólnym celem pracy doktorskiej było podjęcie próby rozwiązania wybranych, aktualnych problemów z dydaktyki chemii na różnych etapach edukacji. Składa się ona ze wstępu, czterech głównych rozdziałów poświęconych odrębnym zagadnieniom: badanie polimorfizmu chloranu(VII) heksadimetylosulfotlenku magnezu $[\text{Mg}(\text{DMSO})_6](\text{ClO}_4)_2$ i wykorzystanie



wyników badań w zajęciach dydaktycznych na poziomie szkoły wyższej ze spektroskopii ciała stałego, opracowanie i pilotażowe wdrożenie dwóch ćwiczeń z zakresu polimorfizmu tlenku glinu oraz zielonej chemii w oparciu o technologię otrzymywania lakierów powłokowych oraz badanie zapisu procesu hydrolizy wybranych związków nieorganicznych wśród uczniów szkół ponadpodstawowych. Każdy rozdział zawiera wstęp teoretyczny odnoszący się do opisanego problemu badawczego, cel i opis badań oraz wnioski. Pracę zamyka podsumowanie oraz spis literatury, rysunków, tabel i załączników (głównie badane materiały dydaktyczne). Jak pisze sama Autorka „przyjęta struktura pracy utrudnia zdefiniowanie jednego, przewodniego, ściśle określonego problemu badawczego, dlatego w każdym z działów definiowano osobny cel i problem badawczy”.

Wstęp opisuje w zwięzły sposób w tematykę badawczą, definiuje cele pracy i jej strukturę.

Kolejny rozdział zawiera opis kontynuacji badań nad polimorfizmem chloranu(VII) heksadimetylosulfotlenku magnezu $[\text{Mg}(\text{DMSO})_6](\text{ClO}_4)_2$. Przeprowadzone badania miały dwa cele szczegółowe: pogłębienie wiedzy na temat badanego związku oraz opracowanie materiałów dydaktycznych, które wykorzystano podczas zajęć ze studentami. W ramach tych badań Autorka przeprowadziła syntezę badanego związku oraz jego zdeuterowanego analogu. Wykorzystała metodę skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC), aby scharakteryzować przejścia fazowe obecne w badanym związku. W obrębie ciała stałego badanego związku zidentyfikowała cztery przejścia fazowe. Dodatkowo wykonała temperaturowe badania kształtu pasma w zakresie podczerwieni, których wyniki badań jednoznacznie wskazują na fakt, że przejścia fazowe badanego związku są związane zmianą struktury krystalicznej kompleksu.

W dalszej kolejności Doktorantka opracowała materiał dydaktyczny, który został wykorzystany podczas zajęć „Spektroskopia ciała stałego” i oceniła ich użyteczność podczas tych zajęć. Grupą badawczą byli studenci pierwszego roku drugiego stopnia kierunku Chemia. W celu użyteczności opracowanego materiału dydaktycznego Doktorantka zastosowała analizę danych tekstowych jako narzędzie analizy danych, a ich źródłem były sprawozdania wykonane przez badanych studentów. Na podstawie materiału badawczego Doktorantka wyciągnęła wniosek, że wykorzystanie badanego kompleksu jest dobrym wyborem, pozwalającym na zapoznanie studentów ze zmianami zachodzącymi w kształcie pasm spektralnych w zależności od temperatury.



W kolejnym rozdziale Doktorantka postawiła sobie za cel tej części pracy zaprojektowanie serii szkolnych doświadczeń, w wyniku których można otrzymać różne odmiany polimorficzne tlenku glinu oraz doświadczeń pozwalających na zbadanie właściwości kwasowo-zasadowych uzyskiwanych preparatów. Kolejnym celem było oszacowanie przydatności oraz skuteczności opracowanych materiałów dydaktycznych w przeprowadzeniu zajęć z zakresu właściwości kwasowo-zasadowych tlenków. Analizę wyników Doktorantka przeprowadziła poprzez test wiedzy z tego zakresu przed i po zajęciach. Test składał się z dwóch zadań: zadanie pierwsze zawierało dwa polecenia oraz zadanie drugie zawierało trzy polecenia. Każde z tych zadań jest opatrzone informacją wstępną, która ma pomóc w rozwiązaniu poleceń. Doktorantka czasami w tych poleceniach stosuje nieprecyzyjne sformułowania. Na przykład zamiast „Poniżej podano zbiór wybranych tlenków” powinno być „Poniżej podano zbiór wzorów wybranych tlenków” lub zamiast „napisz reakcję” powinno być „napisz równanie reakcji”. Stosuje również nieprawidłowe czasowniki operacyjne takie jak „podaj” czy „określ” zamiast „napisz”. Grupą badawczą było dwunastu uczniów z jednego z krakowskich liceów. Rodzi się u mnie pytanie czy na podstawie takiej liczebności grupy badawczej można wyciągać wnioski ilościowe z testu na wejściu i wyjściu.

Rozdział czwarty przedstawia opracowanie ćwiczenia laboratoryjnego, którego celem była adaptacja procesów technologicznych (otrzymywania oraz badanie składu i właściwości lakieru światłoutwardzalnego i klasycznego lakieru rozpuszczalnikowego) do warunków szkolnych laboratoriów chemicznych. Również w tym przypadku dokonano oceny wzrostu zasobu wiedzy uczniów na temat zielonej chemii oraz przydatności i skuteczności opracowanego ćwiczenia z zakresu lakierów. W tym wypadku również Doktorantka zastosowała test na wejściu i wyjściu składający się z dwóch części: pierwsza zawierała pytania dotyczące samych lakierów, druga część poświęcona była zagadnieniom zielonej chemii. Grupą badawczą było dwudziestu czterech uczniów gimnazjum i dwudziestu czterech uczniów liceum. Dodatkowo zbadano zasób wiedzy nauczycieli na temat zielonej chemii. W badaniu wzięło udział dwudziestu czterech nauczycieli. Statystyczna analiza wyników pre- i post-testów wskazuje, że uczniowie podnieśli swój zasób wiedzy. Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy Kruskala-Wallisa uzyskanego współczynnika prawdopodobieństwa dla trzech niezależnych grup można założyć,



że zasób wiedzy uczniów na poziomie gimnazjum, liceum oraz w grupie nauczycieli na temat zielonej chemii statystycznie nie różni się istotnie.

Celem ostatniego rozdziału badawczego było poznanie alternatywnych interpretacji i sposobów zapisu równań reakcji procesów hydrolizy soli nieorganicznych przez uczniów szkół średnich. Efektami badania jest identyfikacja najczęściej popełnianych przez uczniów błędów oraz ich geneza. Dodatkowo Doktorantka opracowała instrukcje do prostych doświadczeń laboratoryjnych, obrazujących opisywane procesy hydrolizy. Badanie opierało się na analizie uzyskanych danych tekstowych odpowiedzi zawodników III etapu konkursu chemicznego zorganizowanego przez Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w 2015 roku. Grupą badawczą byli uczniowie klasy drugiej szkoły ponadgimnazjalnej w liczbie 235. Badania Doktorantki potwierdzają, że zapis równań reakcji opisujących proces hydrolizy jest dla uczniów niezwykle trudny i może spotkać się z wieloma jego interpretacjami oraz mnogością wskazywanych produktów reakcji. Doktorantka wykazała, że zapis równań hydrolizy wymaga od ucznia obszernej wiedzy na temat budowy materii i właściwości związków, reakcji kwasowo-zasadowych, budowy związków koordynacyjnych. Podstawa programowa IV etapu edukacyjnego poziom rozszerzony znacznie upraszcza proces hydrolizy i odnosi go jedynie do określenia odczynu roztworu oraz zapisania równania reakcji, które ten odczyn potwierdza. Dlatego dla badanej grupy uczniów określenie odczynu roztworu wodnego soli nie stanowi większego problemu. Największa trudność uczniów dotyczyła przypadku soli pochodzącej od słabego kwasu i słabej zasady. Jak wykazała Doktorantka odrębnym aspektem zachodzenia procesu hydrolizy jest identyfikacja jego produktów. Rozpatrując hydrolizę konkretnych związków, każdy przykład należy badać indywidualnie, a co za tym idzie, skupić się na właściwościach konkretnych jonów ulegających hydrolizie. Należy się odnieść do warunków przeprowadzanego procesu. Na koniec należy dodać, że omawiane zjawisko hydrolizy jest istotne dla zwrócenia uwagi uczniów na to, że woda w rzeczywistości może być także ważnym reagentem w ustalających się w roztworach równowagach. Kończącym efektem tego etapu pracy było opracowanie doświadczeń szkolnych, które mają pomóc w wyjaśnianiu błędnej interpretacji zachodzących w roztworze wodnym procesów. Zaproponowane ćwiczenia mają pokazać uczniowi, że reakcja hydrolizy dla tej samej substancji jest złożonym procesem

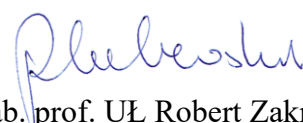


równowagowym i może prowadzić do różnych produktów w zależności od warunków prowadzenia tego procesu.

Z obowiązku recenzenta chciałbym wspomnieć o kilku błędach i nieścisłościach w tekście rozprawy doktorskiej: 1. W tekście załączniki zamieszczone na końcu rozprawy pojawiają się niezgodnie z ich numeracją, 2. brak dokładnego opisu nauczycielskiej grupy badawczej (np. liczba kobiet i mężczyzn, liczba przepracowanych lat czy typ szkoły, w której uczą badani nauczyciele), 3. Kilka literówek lub błędne dobrane współczynniki stechiometryczne w kilku równaniach, 4. Brak odniesienia się do poszczególnych etapów edukacji; stosowanie sformułowania „poziom” zamiast etap edukacyjny, 5. W analizie danych pytania konkursowego dotyczącego hydrolizy Doktorantka mogłaby również uwzględnić doświadczenie edukacyjne uczniów np. czy brał udział w Olimpiadzie Chemicznej, 6. Dużym nadużyciem jest jednoetapowy zapis hydrolizy jonu węglanowego w instrukcji ćwiczenia uczniowskiego prowadzącego do otrzymania dwutlenku węgla, gdyż stałe równowagi pierwszego i drugiego etapu znacznie się różnią, 7. We wnioskach Doktorantka nie odnosi się do posiadanych lub nie umiejętności złożonych badanych uczniów.

Badania opisane w recenzowanym doktoracie zostały opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Tematy publikacji są ściśle związane z badaniami podjętymi w pracy. Oznacza to, że podjęta w pracy tematyka badawcza zawiera elementy nowości naukowej i wyraźnie wpisuje się w krąg problemów badawczych zarówno od strony poznawczej, jak i aplikacyjnej.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Kingi Orwat spełnia wymagania określone dla kandydatów do stopnia naukowego doktora określonych w odpowiednich ustawach oraz rozporządzeniach MNiSW wnioskuję do Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie o dopuszczenie Pani mgr Kingi Orwat do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Dr hab. prof. UŁ Robert Zakrzewski

