



UNIwersYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU

Metrologia w praktyce

Sylabus zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Chemia Specjalność CHEMIA OGÓLNA Jednostka organizacyjna Wydział Chemii Poziom studiów studia pierwszego stopnia Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2023/24 Kod zajęć 02CHECOS.18S.01916.23 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Fakultatywny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe	
Koordynator zajęć	Anetta Hanć		
Prowadzący zajęcia	Anetta Hanć, Izabela Komorowicz, Adam Sajnóg		
Okres Semestr 4	Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia • Wykład: 15, Zaliczenie z oceną • Laboratorium: 15, Zaliczenie z oceną • Ćwiczenia: 15, Zaliczenie z oceną		Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Poznanie zasad prowadzenia pomiarów, wyjaśnienie pozycji metrologii w chemii analitycznej.
C2	Wprowadzenie zasad metrologii w chemii w odniesieniu do oceny i kontroli jakości wyników pomiarów analitycznych, wymagania prawne zawarte w normie ISO/IEC 17025.
C3	Walidacja procedur pomiarowych.
C4	Ocena niepewności wyników pomiarów chemicznych.
C5	Wykazanie kompetencji pomiarowych – stosowanie certyfikowanych materiałów odniesienia, udział w porównaniach międzylaboratoryjnych.
C6	Przygotowanie do właściwej interpretacji wyników badań na podstawie analiz statystycznych; umiejętność sporządzania karty charakterystyki metody.

Wymagania wstępne

Brak wymagań wstępnych.

Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
Wiedzy - Student/ka:			
W1	zna podstawowe definicje i terminy stosowane w metrologii chemicznej oraz posiada wiedzę dotyczącą infrastruktury metrologicznej.	CHE_K1_W01	Kolokwium pisemne, Wypowiedź ustna
W2	zna i rozumie etapy procedury analitycznej, parametry walidacyjne, zasady walidacji procedur pomiarowych.	CHE_K1_W01, CHE_K1_W04	Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Raport
W3	zna sposoby szacowania niepewności pomiaru.	CHE_K1_W01, CHE_K1_W03, CHE_K1_W14	Kolokwium pisemne, Raport
W4	zna i rozumie temat metrologicznej spójności pomiarowej.	CHE_K1_W01, CHE_K1_W14	Kolokwium pisemne, Raport, Wypowiedź ustna
W5	zna elementy kontroli jakości wyników pomiarów chemicznych.	CHE_K1_W01, CHE_K1_W03	Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Wypowiedź ustna
W6	zna podstawowe testy statystyczne, testy istotności stosowane do weryfikowania hipotez badawczych.	CHE_K1_W01, CHE_K1_W03	Kolokwium pisemne, Raport
Umiejętności - Student/ka:			
U1	potrafi dobrać i przygotować właściwą procedurę pomiarową w zależności od celu analizy.	CHE_K1_U01, CHE_K1_U02, CHE_K1_U04, CHE_K1_U09, CHE_K1_U10, CHE_K1_U19	Kolokwium pisemne, Raport

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
U2	potrafi wykorzystać zasady metrologii w celu otrzymania miarodajnych wyników analiz chemicznych.	CHE_K1_U01, CHE_K1_U02, CHE_K1_U09, CHE_K1_U10, CHE_K1_U18	Kolokwium pisemne, Raport
U3	potrafi wybrać i zastosować odpowiedni materiał odniesienia zapewniający właściwą kalibrację i walidację metody analitycznej umie przeprowadzić walidację procedury pomiarowej oraz wyznaczyć i ocenić poszczególne parametry pomiarowe.	CHE_K1_U01, CHE_K1_U02, CHE_K1_U09, CHE_K1_U25	Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Raport
U4	potrafi dobrać odpowiedni sposób szacowania niepewności oraz oszacować niepewność wykonanych pomiarów chemicznych, prawidłowo interpretuje wyniki obliczeń statystycznych.	CHE_K1_U01, CHE_K1_U02, CHE_K1_U09, CHE_K1_U10	Kolokwium pisemne, Raport, Wypowiedź ustna
U5	potrafi ocenić oraz zapewnić w praktyce spójność pomiarową względem zastosowanego wzorca.	CHE_K1_U01, CHE_K1_U02, CHE_K1_U09, CHE_K1_U10, CHE_K1_U19	Kolokwium pisemne, Raport
U6	potrafi stosować zasady BHP w laboratorium chemicznym, sporządza raport.	CHE_K1_U09, CHE_K1_U25, CHE_K1_U27	Raport
Kompetencje społecznych - Student/ka:			
K1	jest gotów/gotowa do kontroli i zapewnienia jakości wyników pomiarów w codziennej praktyce laboratoryjnej.	CHE_K1_K03, CHE_K1_K04	Wypowiedź ustna
K2	jest gotów/gotowa do wykorzystania wiedzy dotyczącej najważniejszych instytucji międzynarodowych i krajowych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania infrastruktury metrologicznej.	CHE_K1_K04, CHE_K1_K05	Wypowiedź ustna

Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Wprowadzenie do metrologii w chemii. Infrastruktura metrologiczna w Polsce i na świecie.	W1, K2	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
2.	Zapewnienie i kontrola jakości AC/QC. Wymagania prawne zawarte w normie ISO/IEC 17025.	W1, W5, K1	Wykład, Ćwiczenia
3.	Zastosowanie statystyki w określaniu cech charakterystycznych i sprawności procedury analitycznej. Weryfikacja hipotez badawczych.	W1, W6, U2	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
4.	Rodzaje, produkcja i zastosowanie certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM). Rola materiałów odniesienia oraz porównań międzylaboratoryjnych w pomiarach chemicznych.	W1, W5, U2, U3, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
5.	Podejście do walidacji procedury analitycznej w praktyce. Wyznaczanie parametrów charakteryzujących procedurę pomiarową.	W1, W2, W5, W6, U1, U3, U6, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
6.	Szacowanie niepewności metodą modelową, metodą wykorzystującą dane wewnątrz laboratoryjne oraz dane zewnątrz laboratoryjne.	W1, W3, W6, U4, U6, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
7.	Spójność pomiarowa. Zapewnienie i wykazanie spójności pomiarowej w praktyce.	W1, W4, W6, U5, U6, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
8.	Audyt wewnętrzny i zewnętrzny w praktyce.	W5, U5, K1, K2	Wykład

Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień, Dyskusja
Laboratorium	Rozwiązywanie zadań (np.: obliczeniowych, artystycznych, praktycznych), Metoda laboratoryjna, Pokaz i obserwacja
Ćwiczenia	Dyskusja, Rozwiązywanie zadań (np.: obliczeniowych, artystycznych, praktycznych), Metoda ćwiczeniowa, Metoda aktywizująca - "burza mózgów"

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	Egzamin zostanie przeprowadzony w formie pisemnej i obejmować będzie: pytania otwarte oraz pytania testowe. W przypadku oceny wahającej dopuszczalne jest zaliczenie ustne uzupełniające. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest wcześniejsze zaliczenie zajęć laboratoryjnych i ćwiczeń komputerowych. Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym: • bardzo dobry (bdb; 5.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się na poziomie minimum 94,0%; • dobry plus (+db; 4.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w zakresie 87,0% - 93,9%; • dobry (db; 4.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w przedziale 80,0% - 86,9%; • dostateczny plus (+dst; 3.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w obszarze 75,0% - 79,9%; • dostateczny (dst; 3.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w granicach 60,0% - 74,9%; • niedostateczny (ndst; 2.0): brak osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się wynik poniżej 60,0%.

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Laboratorium	Na każdych ćwiczeniach Student/ka przystępuje do kolokwium pisemnego z zagadnień podanych w skrypcie przeznaczonym do danego ćwiczenia. Kolokwium musi być pozytywnie zaliczone, żeby móc rozpocząć wykonywanie ćwiczeń w laboratorium. Wszystkie ćwiczenia muszą być zaliczone. W przypadku nieobecności ćwiczenie musi być odrobione wg harmonogramu ćwiczeń. Na ocenę końcową składają się: oceny uzyskane z kolokwii oraz raportów. Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym: • bardzo dobry (bdb; 5.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się na poziomie minimum 94,0%; • dobry plus (+db; 4.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w zakresie 87,0% - 93,9%; • dobry (db; 4.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w przedziale 80,0% - 86,9%; • dostateczny plus (+dst; 3.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w obszarze 75,0% - 79,9%; • dostateczny (dst; 3.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w granicach 60,0% - 74,9%; • niedostateczny (ndst; 2.0): brak osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się wynik poniżej 60,0%.
Ćwiczenia	Na każdych ćwiczeniach Student/ka przystępuje do kolokwium pisemnego z zagadnień podanych w skrypcie przeznaczonym do danego ćwiczenia. Wszystkie ćwiczenia muszą być zaliczone. W przypadku nieobecności ćwiczenie musi być odrobione wg harmonogramu ćwiczeń. Na ocenę końcową składają się: oceny uzyskane z kolokwii oraz raportów. Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym: • bardzo dobry (bdb; 5.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się na poziomie minimum 94,0%; • dobry plus (+db; 4.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w zakresie 87,0% - 93,9%; • dobry (db; 4.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w przedziale 80,0% - 86,9%; • dostateczny plus (+dst; 3.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w obszarze 75,0% - 79,9%; • dostateczny (dst; 3.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w granicach 60,0% - 74,9%; • niedostateczny (ndst; 2.0): brak osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się wynik poniżej 60,0%.

Literatura

Obowiązkowa

1. Hyk W., Stojek Z., Analiza statystyczna w laboratorium analitycznym. PWN 2019
2. Ocena i kontrola jakości wyników analitycznych, praca zbiorowa, wydawnictwo WNT (2007) ISBN 978-83-204-3255-8
3. Bulska E., Metrologia chemiczna, wyd. MALAMUT (2012) ISBN 978-83-934442-2-9

Dodatkowa

1. Polska Norma PN-EN ISO/IEC 17025:2005 "Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących", PKN
2. Międzynarodowy słownik podstawowych i ogólnych terminów metrologii, ISO1993, wydanie polskie Główny Urząd Miar, 1996, ISBN 83-906546-0-1

Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
------------------------	---

Wykład	15
Laboratorium	15
Ćwiczenia	15
Przygotowanie do zajęć	15
Przygotowanie do egzaminu	20
Przygotowanie raportu	10
Przygotowanie do zaliczenia	15
Czytanie wskazanej literatury	10
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 115
Liczba punktów ECTS	ECTS 4

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
CHE_K1_K03	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do prawidłowego szacowania ryzyka przy przeprowadzaniu eksperymentów chemicznych
CHE_K1_K04	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do szacowania działalności zawodowej chemika oraz jej wpływu na środowisko i ponoszenia odpowiedzialności za podejmowane decyzje
CHE_K1_K05	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do stosowania etyki zawodowej w działaniach własnych i innych
CHE_K1_U01	Absolwent/ka potrafi stosować terminologię chemiczną zgodną z IUPAC i zaleceniami PTChem
CHE_K1_U02	Absolwent/ka potrafi przedstawić w przystępny sposób zdobytą wiedzę
CHE_K1_U04	Absolwent/ka potrafi planować przeprowadzenie procesów chemicznych pod względem doboru reagentów i eliminacji tworzących się produktów ubocznych
CHE_K1_U09	Absolwent/ka potrafi dobierać i stosować metody statystyczne do opisu zjawisk chemicznych, fizykochemicznych oraz analizy danych
CHE_K1_U10	Absolwent/ka potrafi interpretować i analizować ilościowy opis podstawowych zjawisk fizykochemicznych
CHE_K1_U18	Absolwent/ka potrafi wykonywać doświadczenie chemiczne i fizykochemiczne na podstawie opisu
CHE_K1_U19	Absolwent/ka potrafi analizować i opracowywać wyniki badań oraz przygotowywać raport końcowy z prowadzonych eksperymentów chemicznych i fizykochemicznych
CHE_K1_U25	Absolwent/ka potrafi utworzyć opracowanie przedstawiające określony problem chemiczny lub fizykochemiczny i zaproponować jego rozwiązanie
CHE_K1_U27	Absolwent/ka potrafi wykazywać umiejętność poprawnego wnioskowania na podstawie danych z przeprowadzonych eksperymentów chemicznych lub fizykochemicznych oraz źródeł literaturowych
CHE_K1_W01	Absolwent/ka zna i rozumie prawa i zagadnienia chemiczne
CHE_K1_W03	Absolwent/ka zna i rozumie techniki matematyki wyższej pozwalające na formalny opis podstawowych zjawisk fizykochemicznych
CHE_K1_W04	Absolwent/ka zna i rozumie zagadnienia z zakresu nauk przyrodniczych
CHE_K1_W14	Absolwent/ka zna i rozumie podstawowe techniki laboratoryjne i analityczne