

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Chemia analityczna
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Analytical chemistry
KOD PRZEDMIOTU	WITCh ICHIP oIS B9 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	15	0	30	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z etapami procesu analitycznego z uwzględnieniem statystycznej oceny wyników analizy. Zapoznanie studentów z pojęciem dokładności, precyzji, czułości metody analitycznej oraz wykrywalności i oznaczalności.

Cel 2 Próbki analityczne; reprezentatywność próbek; analit, matryca i interferenty; Czynności wstępne przed właściwą analizą chemiczną; mineralizacja próbek w analizie pierwiastkowej; ekstrakcja i wzbogacanie analitów;

eliminacja matrycy.

- Cel 3** Zapoznanie studentów ze stałymi równowagi, dotyczącymi reakcji kwas-zasada, redoks, kompleksowania i precipitacji.
- Cel 4** Zapoznanie studentów z wybranymi metodami analizy miareczkowej: kwas-zasada, redoks, kompleksowania i precipitacji. Zapoznanie studentów z analizą wagową.
- Cel 5** Fizyczne i fizykochemiczne podstawy technik analizy pierwiastkowej w zakresie spektrometrii atomowej: absorpcyjnej (F-AAS, ET-AAS (GF-AAS), HG-AAS, CV-AAS, CS-AAS, emisyjnej (ICP-OES, ICP-MS) i fluorescencyjnej.
- Cel 6** Techniki spektrometrii mas (MS); budowa spektrometrów do MS: wprowadzanie próbek gazowych, ciekłych i stałych (MALDI) do MS; interfejsy w MS; techniki jonizacji analitów w MS; fizyczne podstawy rozdzielania jonów w MS; widmo masowe; efekt izotopowy.
- Cel 7** Techniki elektroanalityczne: Potencjometria, konduktometria, kulometria i techniki woltamperometryczne.
- Cel 8** Zapoznanie studentów z etapami procesu analitycznego oraz stałymi równowagi, dotyczącymi reakcji kwaszasada, redoks, kompleksowania i precipitacji.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość praw: zachowania masy, zachowania ładunku, prawa działania mas oraz podstawowych typów stałych równowagi.
- 2 Umiejętność wykonywania podstawowych operacji związanych z przekształceniami matematycznymi równań algebraicznych.
- 3 Umiejętność wykonywania prostych obliczeń stechiometrycznych.
- 4 Znajomość podstawowych pojęć z zakresu mechaniki kwantowej: emisja, absorpcja, fluorescencja; stany metatrwałe.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Uogólnione podejście do układów elektrolitycznych - nieredoksowych i redoksowych. Zagadnienia związane z kalibracją urządzeń pomiarowych, stosowanych w analizie miareczkowej i wagowej. Opis oznaczeń analitycznych różnych składników, technikami analizy miareczkowej i wagowej. Dobór optymalnych a priori warunków oznaczeń analitycznych. Miareczkowanie bezpośrednie i pośrednie. Dokładność i precyzja oznaczeń analitycznych. Wybrane testy statystyczne: Dixon'a, t-Studenta i F-Snedecora oraz ich zastosowania.

EK2 Umiejętności Sprawne posługiwanie się wagami: laboratoryjną i techniczną oraz innymi urządzeniami stosowanymi w analizie miareczkowej i wagowej w trakcie przeprowadzania oznaczeń analitycznych muszą być poparte umiejętnością wykonywania obliczeń na podstawie otrzymanych wyników pomiarowych. Wskaźnikiem tych umiejętności są pozytywne wyniki oznaczeń przewidzianych w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych. Pozytywne wyniki wszystkich kolokwium przeprowadzonych w ramach ćwiczeń laboratoryjnych są drugim składnikiem tej oceny. Sprawozdania dotyczące poszczególnych oznaczeń, poparte obliczeniami i obróbką statystyczną, są przygotowywane indywidualnie przez studenta i oddane do zaliczania przez asystenta. Pozytywne oceny z każdego z ww. segmentów zaliczenia są podstawą zaliczenia laboratorium. Uzyskana ocena (ważona) jest miernikiem praktycznych umiejętności nabytych przez studenta.

EK3 Wiedza Przygotowanie próbek do analizy, m.in. ich mineralizacja przed analizą pierwiastkową, lub przy użyciu technik ekstrakcyjnych przy analizie związków organicznych. Fizyczne i fizykochemiczne podstawy technik analizy pierwiastkowej w zakresie spektrometrii atomowej: absorpcyjnej (F-AAS, ET-AAS (GF-AAS), HGAAS, CV-AAS, CS-AAS, emisyjnej (ICP-OES, ICP-MS) i fluorescencyjnej. Techniki spektrometrii mas (MS); budowa spektrometrów do MS: wprowadzanie próbek gazowych, ciekłych i stałych (MALDI) do

MS; interfejsy w MS; techniki jonizacji analitów w MS; fizyczne podstawy rozdzielania jonów w MS; widmo masowe; efekt izotopowy. Techniki rozdzielania chromatograficznego: GC, HPLC, SFC, TLC. Techniki łączone: GC-MS, LC-ESI-MS, LC-DAD-ESI-MS, MALDI-TOF. Elektroforeza kapilarna (CE) i jej odmiany. Techniki elektroanalizy: potencjometria, konduktometria, kulometria i techniki woltamperometryczne.

EK4 Umiejętności Wykonanie oznaczeń w próbkach prostych i złożonych w zakresie technik miareczkowania potencjometrycznego i konduktometrycznego, a także w zakresie spektrofotometrii UV-Vis i fotometrii płomieniowej. W zakresie technik chromatograficznych - wykonanie oznaczeń technikami GC i HPLC.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Alkacymetria: sporządzenie i mianowanie roztworu NaOH na mianowany roztwór HCl; oznaczanie kwasu octowego; sporządzenie i mianowanie roztworu HCl na odważy Na ₂ CO ₃ ; oznaczenie NaOH; Manganometria: oznaczenie kwasu szczawiowego; Jodometria : oznaczanie miedzi; Kompleksometria: sporządzenie roztworu EDTA z odważy wzorca; oznaczanie cynku, oznaczenie twardości wody; Argentometria: oznaczanie chlorków; Prażenie i ważenie tygli oraz oznaczenie żelaza metodą wagową.	15
L2	Konduktometria miareczkowanie konduktometryczne Potencjometria miareczkowanie potencjometryczne Fotometria płomieniowa oznaczanie sodu i potasu Spektrofotometria oznaczanie Fe+2 GC oznaczanie węglowodorów HPLC oznaczanie nitrofenoli	15

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Opracowywanie i ocena wyników pomiarowych. Stałe równowagi reakcji chemicznych. Podstawy analizy miareczkowej: ułamek miareczkowania, równoważnik chemiczny, punkt końcowy i punkt równoważnikowy miareczkowania. Formulowanie równań krzywych miareczkowania kwas-zasada. Substancje wzorcowe, roztwory wzorcowe, roztwory mianowane; miareczkowanie wizualne, wybór wskaźnika w miareczkowaniach wizualnych. Obliczanie błędu systematycznego w miareczkowaniach kwas-zasada. Przykłady miareczkowań kwasowo-zasadowych. Obliczanie pH złożonych układów kwasowo-zasadowych. Miareczkowania redoks. Oznaczanie żelaza metodą Zimmermanna-Reinhardta i manganometryczne oznaczanie kwasu szczawiowego. Jodometryczne oznaczanie Cu+2. Miareczkowania kompleksometryczne; oznaczanie Mg+2 i Zn+2 za pomocą EDTA w obecności erio T jako wskaźnika. Miareczkowania argentometryczne; metody: Mohra, Volharda, Liebiga i Liebiga-Denigsa. Analiza grawimetryczna; równowagowe fazy stałe w układach dwufazowych; rozpuszczalność molowa osadu a rozpuszczanie; nadmiar odczynnika strącającego. Nierównowagowe fazy stałe. Oznaczanie Ba+2 lub SO ₄ -2 w postaci BaSO ₄ ; oznaczanie Fe+3 w postaci Fe ₂ O ₃ , oznaczanie Ni+2 w postaci dimetylogliksymianu niklu; oznaczanie jonów metali w postaci dimetylogliksymianów. Równowagi w prostych układach ekstrakcyjnych ciecz-ciecz.	7

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W2	Pobieranie i przygotowanie próbek do analizy nieorganicznej (pierwiastkowej) i organicznej. Mineralizacja próbek i ekstrakcja analitów. Postawy metod absorpcyjnej (AAS), emisyjnej (ICP) i fluorescencyjnej spektrometrii atomowej. Plazma argonowa w ICP jako źródło atomów wzbudzonych i jonów; ICP-MS. Techniki absorpcyjnej spektrometrii atomowej: płomieniowa i elektrotermiczna; struktura spektralna plazmy w AAS i ICP (widmo liniowe + pasmowe); nebulizacja, ablacja laserowa oraz techniki: generowania wodorków i zimnych par rtęci. Budowa i działanie źródeł promieniowania w AAS; lampy z katodą wnękową (jedno- i wielopierwiastkowe), bezelektrodowa lampa wyładowcza; lampa ksenonowa jako źródło promieniowania ciągłego (w CS AAS). Monochromatyzacja i detekcja promieniowania w technikach spektrometrii atomowej. Odejmowanie tła w AAS; samoabsorpcja w ICP i jej eliminacja. Fluorescencja rentgenowska. Techniki spektrometrii mas (MS). Budowa spektrometrów mas i zasada ich działania; techniki jonizacji twardej i miękkiej w MS; fragmentacja analitów a widmo masowe; efekty izotopowe. Wprowadzanie próbek gazowych, ciekłych i stałych (MALDI) do MS i rola interfejsu; jonizacja próbek gazowych i ciekłych; dobór techniki jonizacji w zależności od trwałości i polarności analitów (ESI, APCI, APPI). Rola (stałego, zmiennego) pola elektrycznego oraz pola magnetycznego w przyspieszaniu i rozdzielaniu/selekcji jonów; spektrometr kwadrupolowy i pułapka jonowa; tandemowa MS (MS/MS). Techniki chromatografii gazowej (GC), cieczowej (HPLC), z płynem nadkrytycznym (SFC) i cienkowarstwowej (TLC). Elucja izokratyczna i gradientowa w HPLC; HPLC w normalnym i odwróconym układzie faz. Elektroforeza kapilarna (CE) i jej odmiany. Techniki łączone: GC-MS, LC-ESI-MS, CE-ESI-MS, LC-DAD-ESI-MS, MALDI-TOF MS i in. Techniki elektroanalityczne: potencjometria, konduktometria, kulometria i techniki woltamperometryczne.	8

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Konsultacje

N2 Wykłady

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

N5 Dyskusja

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	120
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Kolokwium

F3 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F4 Test

F5 Odpowiedź ustna

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Egzamin ustny

P3 Średnia ważona ocen formujących

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

NA OCENĘ 3.0	Egzamin testowy: 50-59% prawidłowych odpowiedzi. Egzamin ustny: Student potrafi opisać, ze zrozumieniem, stosunkowo proste oznaczenia analityczne, objętych programem wykładów. Potrafi uzgodnić współczynniki wskazanego, stechiometrycznego równania reakcji. Potrafi obliczyć zawartości oznaczanego analitu na podstawie wyników analizy miareczkowej i wagowej. Potrafi określić podstawowe właściwości wzorca analitycznego. Potrafi rozróżnić roztwory wzorcowe od mianowanych. Potrafi wyjaśnić celowość kalibracji niektórych urządzeń analitycznych oraz przedstawić sposoby ich przeprowadzenia. Potrafi wyjaśnić, dlaczego w trakcie analizy niektóre roztwory należy odmierzać pipetą lub biuretą, natomiast inne roztwory można odmierzyć np. za pomocą cylindra miarowego (menzurki). Jego wiedza nie wykracza jednak, w stopniu zadowalającym, poza przedstawione wyżej podstawowe wymagania stawiane studentom w zakresie znajomości klasycznej analizy chemicznej.
NA OCENĘ 4.0	Egzamin testowy: 70-79% prawidłowych odpowiedzi. Egzamin ustny: Student oprócz umiejętności wskazanych przy ocenie 3.5, posiada niezbyt opanowaną umiejętność ilościowego opisu elektrolitycznych układów chemicznych w zakresie najbardziej złożonych analiz, objętych programem wykładów.
NA OCENĘ 5.0	Egzamin testowy: 90-100% prawidłowych odpowiedzi. Egzamin ustny: Student potrafi opisać, ze zrozumieniem, najbardziej złożone oznaczenia analityczne (np. metodą Zimmermanna-Reinhardta) oraz uzasadnić celowość zastosowanie danej metody w oznaczeniu analitu w skomplikowanej matrycy.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Odpowiednia ocena jest średnią ważoną z ocen z kolokwiów i oznaczeń laboratoryjnych. Ocena tę student otrzymuje także wówczas, gdy nie zaliczy z oceną pozytywną jednego z oznaczeń, niezależnie od pozostałych ocen z analiz i kolokwiów.
NA OCENĘ 4.0	Odpowiednia ocena jest średnią ważoną ocen z kolokwiów i oznaczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Odpowiednia ocena jest średnią ważoną ocen z kolokwiów i oznaczeń laboratoryjnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Egzamin testowy: 50-59% prawidłowych odpowiedzi.
NA OCENĘ 4.0	Egzamin testowy: 70-79% prawidłowych odpowiedzi.
NA OCENĘ 5.0	Egzamin testowy: 90-100% prawidłowych odpowiedzi
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Odpowiednia ocena jest średnią ważoną ocen z kolokwiów i oznaczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Odpowiednia ocena jest średnią ważoną ocen z kolokwiów i oznaczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Odpowiednia ocena jest średnią ważoną ocen z kolokwiów i oznaczeń laboratoryjnych.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W02 K1_W09 K1_U01 K1_U03	Cel 1 Cel 3 Cel 4	L1 L2	N1 N2 N3 N5	F2 F4 F5 P1 P2 P3
EK2	K1_W02 K1_W07 K1_U03	Cel 3 Cel 4	W1	N1 N2 N4	F1 F2 F3 F5 P2 P3
EK3	K1_W02 K1_W07 K1_U01 K1_U03	Cel 4 Cel 5 Cel 6 Cel 7 Cel 8	L2	N1 N2 N3 N5	F2 F4 F5 P1 P2 P3
EK4	K1_W02 K1_W07 K1_U01 K1_U03	Cel 4 Cel 5 Cel 7 Cel 8	W1	N1 N2 N4 N5	F1 F2 F3 F5 P1 P2 P3

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **T. Michałowski** — *Obliczenia w chemii analitycznej z elementami programowania komputerowego*, Kraków, 2001, Wyd. PK
- [2] | **T. Michałowski, M. Nizińska-Pstrusińska, W. Sztark, A. Baterowicz** — *Ćwiczenia laboratoryjne w chemii analitycznej*, Kraków, 2002, Wyd. PK
- [3] | **W. Szczepaniak** — *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, Warszawa, 2008, PWN
- [4] | **Minczewski, Marczenko** — *Chemia analityczna I i II*, Warszawa, 1987, PWN
- [5] | **Autor Z. Witkiewicz** — *Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych*, Warszawa, 2015, WNT

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Aneta Spórna-Kucab (kontakt: aneta.sporna-kucab@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Anna Maślanka (kontakt: amaslanka@chemia.pk.edu.pl)

2 mgr inż. Małgorzata Węgiel (kontakt: mwegiel@chemia.pk.edu.pl)

7 dr inż. Karolina Starzak (kontakt: karolina.starzak@pk.edu.pl)

8 dr inż. Piotr Suryło (kontakt: piotr.surylo@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....
.....