

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Technologia Chemiczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: I

Specjalności: Analityka Przemysłowa i Środowiskowa, Chemia i Technologia Kosmetyków, Kataliza Przemysłowa, Lekka Technologia Organiczna, Technologia Polimerów, Technologie Środowiska i Gospodarka Odpadami

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Chemia analityczna
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Analytical chemistry
KOD PRZEDMIOTU	WITCh TCH oIS B8 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	7.00
SEMESTRY	3 4

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	15	0	30	0	0	0
4	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: Dixona, 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 kolokwiów 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 zaliczenia 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

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 błęd 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 $\text{Cu}^{+2}$ . Miareczkowania kompleksometryczne; oznaczanie $\text{Mg}^{+2}$ i $\text{Zn}^{+2}$ 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 $\text{Ba}^{+2}$ lub $\text{SO}_4^{2-}$ w postaci $\text{BaSO}_4$ ; oznaczanie $\text{Fe}^{+3}$ w postaci $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , oznaczanie $\text{Ni}^{+2}$ w postaci dimetylogliksymianu niklu; oznaczanie jonów metali w postaci dimetylogliksymianów. Równowagi w prostych układach ekstrakcyjnych ciecz-ciecz.	15

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W2	<p>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 wnąkową (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.</p>	15

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	<p>Alkacymetria: sporządzenie i mianowanie roztworu NaOH na mianowany roztwór HCl; oznaczanie kwasu octowego; sporządzenie i mianowanie roztworu HCl na odważki Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; oznaczenie NaOH; Manganometria: oznaczenie kwasu szczawiowego; Jodometria : oznaczanie miedzi; Kompleksometria: sporządzenie roztworu EDTA z odważki wzorca; oznaczanie cynku, oznaczenie twardości wody; Argentometria: oznaczanie chlorków; Prażenie i ważenie tygli oraz oznaczenie żelaza metodą wagową.</p>	30
L2	<p>Konduktometria miareczkowanie konduktometryczne Potencjometria miareczkowanie potencjometryczne Fotometria płomieniowa oznaczanie sodu i potasu Spektrofotometria oznaczanie Fe<sup>+2</sup> GC oznaczanie węglowodorów HPLC oznaczanie nitrofenoli</p>	30

## 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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	90
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	20
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>180</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	7.00

## 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. metodę 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 kolokwii 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		Cel 1 Cel 3 Cel 4	L1 L2	N1 N2 N3 N5	F2 F4 F5 P1 P2 P3
EK2		Cel 3 Cel 4	W1	N1 N2 N4	F1 F2 F3 F5 P2 P3
EK3		Cel 4 Cel 5 Cel 6 Cel 7 Cel 8	L2	N1 N2 N3 N5	F2 F4 F5 P1 P2 P3
EK4		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](mailto: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)
- 3 dr inż. Dorota Kopec (kontakt: dtuwal@chemia.pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Paweł Staroń (kontakt: pstaron@chemia.pk.edu.pl)
- 5 dr hab.inż. Sławomir Wybraniec (kontakt: swybran@chemia.pk.edu.pl)
- 6 dr inż. Ryszard Chrząszcz (kontakt: rchrzaszcz@chemia.pk.edu.pl)
- 7 dr inż. Karolina Starzak (kontakt: kstarzak@chemia.pk.edu.pl)
- 8 dr inż. Dariusz Karcz (kontakt: dkarcz@chemia.pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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