

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Wykład monograficzny - Metody eksperymentalne i teoretyczne w badaniach związków kompleksowych, PG_00206235						
Kierunek studiów	Biznes chemiczny (O)						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2026 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2026/2027		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć		Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć fakultatywnych		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	2		Język wykładowy		polski Polski		
Semestr studiów	3		Liczba punktów ECTS		3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Rektor -> Wydział Chemii						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Joanna Makowska				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30		5.0		40.0	75
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z powszechnie stosowanymi metodami eksperymentalnymi takimi jak potencjometria, konduktometria, izotermiczne miareczkowanie kalorymetryczne (ITC) i różnicowa kalorymetria skaningowa (DSC) oraz z podstawami teoretycznymi niezbędnymi do badania równowag chemicznych, projektowania doświadczeń, wykonywania obliczeń i prezentowania uzyskanych wyników.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[BCHMU2_W05] Zna i rozumie główne kierunki rozwoju chemii w połączeniu z ekonomią jako dwiema przenikającymi się dyscyplinami naukowymi.	Student zna i rozumie możliwości oraz ograniczenia nowoczesnych metod fizykochemicznych, takich jak mikrokalorymetria, potencjometria i konduktometria, w badaniu układów chemicznych oraz rozumie znaczenie doboru efektywnych i ekonomicznie uzasadnionych metod analitycznych w projektowaniu i realizacji badań chemicznych.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[BCHMU2_U01] Potrafi, w oparciu o posiadaną wiedzę zaproponować rozwiązanie problemów z chemii z uwzględnieniem aspektu ekonomicznego przy zastosowaniu zaawansowanych technik pomiarowych i analitycznych.	Student potrafi dobierać i stosować zaawansowane metody fizykochemiczne, takie jak potencjometria, konduktometria, DSC oraz ITC, do badania termodynamiki i równowag układów chemicznych, analizować oraz interpretować uzyskane wyniki, proponować rozwiązania problemów chemicznych z uwzględnieniem rentowności rozwiązania i jakości prowadzonych analiz.	[SU2] prezentacja/projekt/referat/ raport [SU6] demonstracja umiejętności praktycznych
	[BCHMU2_U02] Potrafi określić swoje zainteresowania, rozwijać je w ramach wybranego kierunku i w powiązaniu z tematyką pracy magisterskiej realizując proces samokształcenia i planowania swojej kariery zawodowej.	Student potrafi samodzielnie rozwijać kompetencje związane z tematyką realizowanego projektu/ pracy, wyszukiwać i analizować specjalistyczne informacje związane z chemią kompleksów oraz planować dalszy rozwój naukowy i zawodowy.	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/ raport
	[BCHMU2_K04] Jest gotów do właściwej oceny zdobytej wiedzy, jej poszanowania i rozpowszechniania w celu rozwiązywania określonych zagadnień poznawczych i praktycznych.	Student jest gotów do krytycznej oceny wyników uzyskanych z zastosowaniem metod mikrokalorymetrycznych, potencjometrii i konduktometrii, właściwego interpretowania oraz prezentowania danych eksperymentalnych, a także do świadomego doboru odpowiedniej metody badawczej do rozwiązywanego problemu	[SK3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna [SK5] realizacja zadania problemowego [SK6] demonstracja umiejętności praktycznych
	[BCHMU2_W01] Zna i rozumie w pogłębiony sposób złożone procesy fizykochemiczne oraz potrafi analizować ich przebieg w powiązaniu z innymi dziedzinami nauki.	Student zna i rozumie w sposób zaawansowany zasady działania oraz zastosowanie metod fizykochemicznych w analizie złożonych procesów chemicznych, potrafi interpretować zależności między parametrami termodynamicznymi i właściwościami układów chemicznych oraz rozumie znaczenie efektywnego ekonomicznie doboru metod badawczych w praktyce chemicznej i przemysłowej.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW5] realizacja zadania problemowego

Treści przedmiotu	Blok I: Wprowadzenie do metod eksperymentalnych i równowag chemicznych		
	1. Podstawy termodynamiki równowag chemicznych		
	2. Zasady projektowania eksperymentu		
	Blok II: Metody elektrochemiczne potencjometria		
	1. Podstawy teoretyczne potencjometrii:		
	2. Zastosowanie w badaniu równowag		
	3. Projektowanie i analiza danych		
	Blok III: Metody elektrochemiczne konduktometria		
	1. Podstawy teoretyczne		
	2. Zastosowanie w badaniu równowag		
3. Obliczenia i interpretacja			
Blok IV: Metody kalorymetryczne ITC (izotermiczne miareczkowanie kalorymetryczne)			
1. Zasada działania ITC			
2. Modelowanie równowag:			
3. Projektowanie eksperymentu ITC			
4. Obliczenia i prezentacja wyników			
Blok V: Metody kalorymetryczne DSC (różnicowa kalorymetria skaningowa)			
1. Podstawy DSC			
2. Wyznaczanie parametrów równowagi			
3. Obliczenia i interpretacja termogramów			
Blok VI: Projektowanie doświadczeń			
1. Klasyczne schematy projektowania			
2. Dobór metody do problemu badawczego			
3. Obsługa błędów i niepewności pomiarowych			
Blok VII: Obliczenia w badaniu równowag chemicznych			
1. Przetwarzanie danych surowych			
2. Modelowanie nieliniowe			
3. Obliczenia termodynamiczne			
Blok VIII: Prezentacja wyników i raportowanie			
1. Tworzenie czytelnych wykresów			
2. Tabele zbiorcze parametrów			
3. Przygotowanie raportu naukowego / publikacji			
Wymagania wstępne i dodatkowe	Chemia nieorganiczna		
	Chemia koordynacyjna		
	Chemia analityczna		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Zaliczenie przedmiotu odbywa się w formie pracy pisemnej obejmującej pytania mieszane (zamknięte i otwarte) dotyczące zagadnień realizowanych podczas wykładów.	51.0%	100.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	Metody instrumentalne w analizie chemicznej, Walenty Szczepaniak. Wydawnictwo: Wydawnictwo Naukowe PWN.	
	Uzupełniająca lista lektur	1) Robert de Levie, How to Use Excel® in Analytical Chemistry And in General Scientific Data Analysis, Cambridge University Press (2001) 2) Jean-Louis Burgot, Ionic Equilibria in Analytical Chemistry, Springer Science+Business Media (2012) 3) Brian M. Tissue, Basics of Analytical Chemistry and Chemical Equilibria, John Wiley & Sons, Inc. (2013)	

	Adresy eZasobów	
--	-----------------	--

Blok: Wprowadzenie i termodynamika

1. Wyprowadź związek między stałą równowagi a standardową entalpią swobodną.
2. Wyjaśnij różnicę między stałą równowagi termodynamiczną a stężeniową.
3. Omów wpływ temperatury na stałą równowagi na podstawie równania van t Hoffa.
4. Jakie są kryteria wyboru metody eksperymentalnej do badania danej równowagi chemicznej?

Blok: Potencjometria

1. Wyjaśnij rolę elektrody odniesienia. Dlaczego jej potencjał musi być stały?
2. Opisz, jak wyznaczyć stałą dysocjacji słabego kwasu za pomocą miareczkowania potencjometrycznego.

Blok: Konduktometria

1. Dlaczego przewodnictwo molowe słabego elektrolitu maleje z rosnącym stężeniem?
2. Opisz kształt krzywej miareczkowania konduktometrycznego dla reakcji: mocny kwas + mocna zasada.
3. Jak oszacować stopień dysocjacji słabego elektrolitu z danych konduktometrycznych?

Blok: ITC (Isothermal Titration Calorimetry)

1. Jakie trzy parametry termodynamiczne można uzyskać w jednym eksperymencie ITC?
2. Wyjaśnij znaczenie parametru w projektowaniu eksperymentu ITC.
3. Jak odróżnić wiązanie specyficzne od niespecyficznego za pomocą ITC?

Blok: DSC (Differential Scanning Calorimetry)

1. Co oznacza skrót DSC i jaka jest zasada pomiaru?
2. Zdefiniuj ΔC_p .
3. Jaka jest różnica między ΔH (entalpia van t Hoffa)?
4. Co może oznaczać stosunek ΔC_p ?

Pytania problemowe (dyskusja)

1. Dlaczego w pomiarach potencjometrycznych należy utrzymywać stałą siłę jonową roztworu?
2. Twoje dane ITC nie dają się dopasować do modelu jednego miejsca wiążącego. Jakie są możliwe przyczyny?
3. W DSC obserwujesz dwa piki endotermiczne podczas ogrzewania białka. Co to może oznaczać?
4. Czy konduktometrią można badać równowagi w rozpuszczalnikach niepolarnych? Odpowiedź uzasadnij.
5. Jak sprawdzić, czy otrzymana z ITC wartość jest zgodna z wartością wyznaczoną metodą van t Hoffa (np. z potencjometrii w różnych temperaturach)?

Przykładowe zadania obliczeniowe

Zadanie 1 (Potencjometria)

W miareczkowaniu potencjometrycznym 50,0 mL słabego kwasu HA o stężeniu 0,01 M roztworem NaOH (0,01 M) uzyskano w połowie punktu równoważnikowego pH = 4,76. Oblicz K_a i pKa tego kwasu.

Zadanie 2 (Konduktometria)

Przewodnictwo molowe graniczne dla HCl wynosi $426 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol}$, dla NaCl $126 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol}$, a dla NaOAc $91 \text{ S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol}$. Oblicz Λ_m^∞ dla HOAc (kwasu octowego).

Zadanie 3 (ITC)

W eksperymencie ITC dla wiązania liganda L z białkiem P (model 1:1) otrzymano: ΔH , K_d . Oblicz:

- ΔG (w temp. 298 K)

Zadanie 4 (DSC)

Termogram DSC białka wykazał pik endotermiczny z ΔH . Zakładając model dwustanowy, oblicz ΔC_p i ΔS .

	Zadanie 5 (Projektowanie) Masz zbadać kompleksowanie jonów z EDTA (stała trwałości). Jaka metoda (potencjometria, konduktometria, ITC, DSC) najlepiej się nadaje i dlaczego? Zaproponuj zakres stężeń. Pytania testowe do samokontroli (test wyboru / jedna poprawna odpowiedź) 1. Która metoda pozwala jednocześnie wyznaczyć K_{st} i ΔH w jednym eksperymencie? a) potencjometria b) konduktometria c) ITC d) DSC 2. W miareczkowaniu potencjometrycznym punkt równoważnikowy znajduje się w miejscu: a) maksymalnego pH b) największego nachylenia krzywej pH vs. objętość c) minimalnej wartości potencjału d) zera pochodnej drugiego rzędu 3. Parametr ΔH w ITC powinien mieścić się w zakresie: a) 0,01 0,1 b) 1 1000 c) 10 500 d) > 10 4. Zróżnicowane kalorymetria skaningowa (DSC) mierzy bezpośrednio: a) zmianę masy w funkcji temperatury b) różnicę strumienia ciepła między próbką a referencją c) zmianę przewodnictwa w funkcji temperatury d) emisję promieniowania podczerwonego
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.