

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Wykład monograficzny - Metody eksperymentalne i teoretyczne w badaniach związków kompleksowych, PG_00206234						
Kierunek studiów	Chemia (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2026 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2027/2028		
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		
Semestr studiów	4		Liczba punktów ECTS		3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Rektor -> Wydział Chemii -> Katedra Chemii Ogólnej i Nieorganicznej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Dariusz Wyrzykowski				
	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
	[CHEMMU2_W01] Operuje pogłębioną wiedzą na temat spektroskopowych metod analizy związków chemicznych.	Student posiada pogłębioną wiedzę na temat spektroskopowych metod analizy związków chemicznych, rozumie zasady działania technik spektroskopowych oraz potrafi interpretować uzyskane widma w celu określania struktury i właściwości badanych związków.	[SW3] opracowanie tekstowe/praca pisemna [SW5] realizacja zadania problemowego
	[CHEMMU2_K01] Zna ograniczenia własnej wiedzy, rozumie konieczność dalszego kształcenia się i potrafi inspirować do tego inne osoby.	Student rozumie ograniczenia metod fizykochemicznych stosowanych w badaniu układów chemicznych, dostrzega potrzebę ciągłego poszerzania wiedzy w zakresie nowoczesnych technik analitycznych oraz potrafi samodzielnie wyszukiwać i wykorzystywać informacje naukowe do rozwoju własnych kompetencji.	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/dyskusja [SK2] prezentacja/projekt/referat/raport
	[CHEMMU2_W05] Operuje pogłębioną wiedzą w zakresie studiowanej specjalności.	Student posiada pogłębioną wiedzę dotyczącą metod fizykochemicznych stosowanych w badaniu równowag i termodynamiki układów chemicznych, w szczególności potencjometrii, konduktometrii oraz metod mikrokalorymetrycznych (DSC, ITC), oraz rozumie ich zastosowanie w analizie problemów chemicznych i przemysłowych.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/dyskusja
	[CHEMMU2_W11] Wykazuje się pogłębioną wiedzą na temat aktualnych kierunków rozwoju chemii jako nauki oraz najnowszych odkryć w tej dziedzinie.	Student wykazuje się pogłębioną wiedzą dotyczącą nowoczesnych metod badawczych stosowanych w chemii oraz aktualnych kierunków rozwoju technik analitycznych i fizykochemicznych, rozumie ich znaczenie w rozwoju współczesnej chemii i potrafi wykorzystywać najnowsze osiągnięcia naukowe do interpretacji procesów chemicznych.	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/dyskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport

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) 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 , ΔS , ΔC_p . Oblicz:

- ΔG (w temp. 298 K)

Zadanie 4 (DSC)

Termogram DSC białka wykazał pik endotermiczny z ΔH , ΔC_p . Zakładając model dwustanowy, oblicz ΔH 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) - Która metoda pozwala jednocześnie wyznaczyć K_{st} i ΔH w jednym eksperymencie? - potencjometria - konduktometria - ITC - DSC - W miareczkowaniu potencjometrycznym punkt równoważnikowy znajduje się w miejscu: - maksymalnego pH - największego nachylenia krzywej pH vs. objętość - minimalnej wartości potencjału - zera pochodnej drugiego rzędu - Parametr ΔH w ITC powinien mieścić się w zakresie: 0,01 0,1 1 1000 10 500 > 10 - Zróżnicowane kalorymetria skaningowa (DSC) mierzy bezpośrednio: - zmianę masy w funkcji temperatury - różnicę strumienia ciepła między próbką a referencją - zmianę przewodnictwa w funkcji temperatury - emisję promieniowania podczerwonego
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.