



UNIwersYTET  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNANIU

# Techniki sprzężone w analizie śladowej: FIAS/ICP-MS, HPLC/ICP-MS i LA/ICP-MS

## Sylabus zajęć

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> Chemia dla inżynierów	<b>Cykl dydaktyczny</b> 2023/24
<b>Specjalność</b> -	<b>Kod zajęć</b> 02CHIS.41P.01807.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Chemii	<b>Języki wykładowe</b> polski
<b>Poziom studiów</b> studia drugiego stopnia podyplomowe	<b>Obligatoryjność</b> Obowiązkowy
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Blok zajęciowy</b> Przedmioty podstawowe
<b>Profil studiów</b> profil ogólnoakademicki	
<b>Koordinator zajęć</b>	Anetta Hanć
<b>Prowadzący zajęcia</b>	Anetta Hanć, Izabela Komorowicz, Adam Sajnog
<b>Okres</b> Semestr 1	<b>Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia</b> • Wykład: 15, Egzamin • Laboratorium: 30, Zaliczenie z oceną
	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4

## Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Przekazanie wiedzy z zakresu nowoczesnych technik pomiarowych do jakich należą techniki sprzężone; poznanie możliwości i ograniczeń prowadzenia analiz w trzech wymiarach; rozwinięcie umiejętności doboru właściwej techniki sprzężonej w zależności od celu badań.
C2	Przekazanie wiedzy o technikach sprzężonych opartych o wykorzystanie: spektrometrii mas MS; spektroskopii w podczerwieni IR; spektroskopii magnetycznego rezonansu jądowego NMR.
C3	Przekazanie wiedzy dotyczącej technik łączących on-line etap rozdzielania z etapem oznaczania analitów oraz identyfikacji metodą spektrometrii mas; umiejętność zastosowania technik sprzężonych HPLC/ICPMS oraz LA/ICPMS w analityce chemicznej.
C4	Wyrobienie umiejętności zastosowania technik sprzężonych HPLC/ICPMS oraz LA/ICPMS w analityce chemicznej; umiejętność wskazania możliwości i ograniczeń analizatorów oraz detektorów.
C5	Przekazanie wiedzy o możliwościach i ograniczeniach technik sprzężonych stosowanych w analizie śladowej, specyjalnej oraz analizie in-situ próbek stałych z uwzględnieniem specyfiki matrycy, wymogów przygotowania próbek, identyfikacji i kwantyfikacji analitów.
C6	Przekazanie wiedzy dotyczącej metod podstawowych (definitywnych).
C7	Wyrobienie umiejętności prawidłowego zachowania i pracy zgodnie z zasadami BHP podczas zajęć laboratoryjnych.
C8	Wyrobienie umiejętności samodzielnej pracy laboratoryjnej, interpretowania wyników i wnioskowania.

## 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
<b>Wiedzy - Student/ka:</b>			
W1	zna definicję technik sprzężonych; potrafi podać przykłady technik sprzężonych w zależności od celu ich zastosowania.	CHI_K4_W01, CHI_K4_W06	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
W2	zna metody rozdzielania oraz metody detekcji, które są stosowane w technikach sprzężonych; potrafi wskazać ich zalety i ograniczenia.	CHI_K4_W01, CHI_K4_W02, CHI_K4_W04	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
W3	zna podstawy procesów fizykochemicznych zachodzących podczas pomiaru.	CHI_K4_W02	Egzamin pisemny, Raport
W4	zna rolę, sposób działania oraz rodzaje analizatorów i detektorów stosowanych w technikach sprzężonych.	CHI_K4_W01, CHI_K4_W06	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
W5	zna sposoby i mechanizmy jonizacji podczas oznaczania próbek ciekłych i stałych.	CHI_K4_W01, CHI_K4_W06, CHI_K4_W07	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
W6	zna i rozumie interferencję spektralną i niespektralną występującą podczas pomiarów.	CHI_K4_W01, CHI_K4_W02	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
<b>Umiejętności - Student/ka:</b>			
U1	potrafi wybierać odpowiednie sposoby przygotowania próbek w zależności od stosowanej techniki sprzężonej.	CHI_K4_U02, CHI_K4_U06	Egzamin pisemny, Raport
U2	potrafi pracować w laboratorium chemicznych, zaplanować pomiary z zastosowaniem technik sprzężonych ze szczególnym uwzględnieniem HPLC/ICPMS oraz LA/ICPMS.	CHI_K4_U06, CHI_K4_U07, CHI_K4_U08	Kolokwium pisemne, Raport
U3	potrafi stosować terminologię chemiczną zgodną z IUPAC.	CHI_K4_U13, CHI_K4_U14	Egzamin pisemny, Raport
U4	potrafi analizować i opracowywać wyniki badań laboratoryjnych oraz przygotowywać raport końcowy z przeprowadzonych eksperymentów chemicznych i fizykochemicznych.	CHI_K4_U07, CHI_K4_U08, CHI_K4_U13, CHI_K4_U14	Kolokwium pisemne, Raport
U5	potrafi przygotować próbkę do pomiaru w zależności od celu analizy i stosowanej techniki pomiarowej.	CHI_K4_U01, CHI_K4_U06, CHI_K4_U07	Kolokwium pisemne, Raport
U6	potrafi identyfikować interferencje pomiarowe i potrafi im zapobiegać.	CHI_K4_U06, CHI_K4_U11	Kolokwium pisemne, Raport
U7	potrafi wskazać możliwości zastosowania technik sprzężonych w badaniach chemicznych oraz interdyscyplinarnych.	CHI_K4_U05, CHI_K4_U06, CHI_K4_U11, CHI_K4_U12	Kolokwium pisemne
<b>Kompetencje społecznych - Student/ka:</b>			
K1	jest gotów/gotowa do wykonywania doświadczeń chemicznych i fizykochemicznych zgodnie z zasadami BHP i potrafi krytycznie ocenić uzyskiwane wyniki badań.	CHI_K4_K03, CHI_K4_K05	Raport

### Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Podstawowe informacje dotyczące technik sprzężonych. Definicja i rodzaje technik sprzężonych. Podział technik sprzężonych. Podstawowe pojęcia spektrometrii mas.	W1, U7	Wykład
2.	Sposoby wprowadzania próbek w spektrometrii mas. Rodzaje jonizacji (ICP, EI, CI, APCI, ESI, MALDI).	W2, W6, U1, U5, U6	Wykład, Laboratorium
3.	Rola i rodzaje analizatorów w spektrometrii mas. Detekcja jonów. Rozdzielczość. Tandemowa i wielokrotna spektrometria mas.	W2, W4, W5, U2	Wykład, Laboratorium
4.	Techniki rozdzielania stosowane w połączeniu ze spektrometrią mas, układy GC-MS i LC-MS. Chromatografia wielowymiarowa połączona ze spektrometrią mas.	W2, W3, U2, U5	Wykład, Laboratorium
5.	Analiza ilościowa w technikach łączonych. Identyfikacja związków. Interpretacja widm masowych. Analiza danych z wielowymiarowych technik sprzężonych.	W2, W6, U4, U5, K1	Wykład, Laboratorium

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
6.	Zastosowanie technik sprzężonych w analizach śladowych i specjacyjnych (HPLC/ICP-MS, HPLC/ESI-MS).	W3, W4, W5, U2, U4, U5, U6, K1	Wykład, Laboratorium
7.	Zastosowanie technik sprzężonych do analizy próbek stałych oraz bioobrazowania (LA-ICPMS, MALDI).	W3, W4, W5, U2, U4, U5, U6, K1	Wykład, Laboratorium
8.	Metody podstawowe (definitywne) stosowane w analityce chemicznej: metoda rozcieńczeń izotopowych (ICP-IDMS), neutronowa analiza aktywacyjna (NAA).	U3	Wykład

### Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień, Dyskusja, Demonstracje dźwiękowe i/lub video
Laboratorium	Rozwiązywanie zadań (np.: obliczeniowych, artystycznych, praktycznych), Metoda laboratoryjna, Pokaz i obserwacja, Metoda aktywizująca - "burza mózgów", Praca w grupach

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	<p>Egzamin zostanie przeprowadzony w formie pisemnej i obejmować będzie pytania otwarte oraz pytania testowe.</p> <p>Studenci, którzy nie uzyskają zaliczenia z ćwiczeń, nie mają prawa przystąpić do egzaminu.</p> <p>Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bardzo dobry (bdb; 5.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się na poziomie minimum 94,0%;</li> <li>• dobry plus (+db; 4.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w zakresie 87,0% - 93,9%;</li> <li>• dobry (db; 4.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w przedziale 80,0% - 86,9%;</li> <li>• dostateczny plus (+dst; 3.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w obszarze 75,0% - 79,9%;</li> <li>• dostateczny (dst; 3.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w granicach 60,0% - 74,9%;</li> <li>• niedostateczny (ndst; 2.0): brak osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się wynik poniżej 60,0%.</li> </ul>

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Laboratorium	<p>Na każdym ćwiczeniu 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.</p> <p>Wszystkie ćwiczenia muszą być zaliczone. W przypadku nieobecności ćwiczenie musi być odrobione wg harmonogramu ćwiczeń.</p> <p>Na ocenę końcową składają się: oceny uzyskane z kolokwiów, wykonanie ćwiczeń oraz raporty. Ocenę końcową z ćwiczeń laboratoryjnych można podwyższyć jedynie, pisząc kolokwium z całego materiału.</p> <p>Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bardzo dobry (bdb; 5.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się na poziomie minimum 94,0%;</li> <li>• dobry plus (+db; 4.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w zakresie 87,0% - 93,9%;</li> <li>• dobry (db; 4.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w przedziale 80,0% - 86,9%;</li> <li>• dostateczny plus (+dst; 3.5): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w obszarze 75,0% - 79,9%;</li> <li>• dostateczny (dst; 3.0): osiągnięcie przez studenta zakładanych efektów uczenia się w granicach 60,0% - 74,9%;</li> <li>• niedostateczny (ndst; 2.0): brak osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się wynik poniżej 60,0%.</li> </ul>

## Literatura

### Obowiązkowa

1. W. Danikiewicz, Spektrometria mas - podstawy i zastosowania, PWN, 2021r.
2. M. Jarosz (red.) Nowoczesne techniki analityczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2006 r.
3. W. Żyrnicki (red.) Spektrometria atomowa - możliwości analityczne. Wyd. Malamut, 2010.

### Dodatkowa

1. J. Szpunar, R. Łobiński, R. Smith, Hyphenated Techniques in Speciation Analysis, RSC 2003
2. D. Barańkiewicz, E. Bulska (red.), Specjacja chemiczna- problemy i możliwości, Wyd. Malamut, 2009
3. J. Namieśnik, W. Chrzanowski, P. Szpinek, Nowe horyzonty i wyzwania w analityce i monitoringu środowiskowym. CEEAM Gdańsk (rozdział 8; rozdział 9)

## Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	15
Laboratorium	30
Przygotowanie do zajęć	30
Przygotowanie do egzaminu	30
Przygotowanie raportu	5
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 110

<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>ECTS</b> 4
----------------------------	------------------

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
CHI_K4_K03	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do prawidłowego szacowania ryzyka przy przeprowadzaniu samodzielnie zaprojektowanych eksperymentów chemicznych
CHI_K4_K05	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do proponowania alternatywnych rozwiązań mających na celu zminimalizowanie negatywnego wpływu przemysłu chemicznego na środowisko
CHI_K4_U01	Absolwent/ka potrafi analizować i uzasadniać właściwości fizyko-chemiczne materiałów na podstawie przeprowadzonych badań
CHI_K4_U02	Absolwent/ka potrafi przeprowadzać procesy chemiczne, dobierać właściwe także pod względem ekonomicznym reagenty oraz oczyszczać otrzymane produkty
CHI_K4_U05	Absolwent/ka potrafi stosować zaawansowane metody obliczeniowe oraz statystyczne niezbędne do rozwiązywania, analizowania i wizualizacji problemów inżynierskich
CHI_K4_U06	Absolwent/ka potrafi stosować techniki analizy instrumentalnej do wyjaśnienia i interpretacji zjawisk chemicznych i fizykochemicznych
CHI_K4_U07	Absolwent/ka potrafi samodzielnie planować i wykonywać doświadczenia z uwzględnieniem zasad BHP oraz przeprowadzać krytyczną analizę uzyskanych wyników
CHI_K4_U08	Absolwent/ka potrafi wyszukiwać i wykorzystywać informacje uzyskane w bazach danych oraz źródłach literaturowych w celu zaplanowania i przeprowadzenia badawczego projektu chemicznego oraz interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników
CHI_K4_U11	Absolwent/ka potrafi przedstawić złożony problem chemiczny lub technologiczny i zaproponować jego rozwiązanie
CHI_K4_U12	Absolwent/ka potrafi pogłębiać swoją specjalistyczną wiedzę w zakresie inżynierii chemicznej niezbędną do rozwiązania i prawidłowej interpretacji problemu badawczego
CHI_K4_U13	Absolwent/ka potrafi napisać pracę badawczą w języku polskim oraz krótkie doniesienie naukowe w języku obcym na podstawie własnych badań
CHI_K4_U14	Absolwent/ka potrafi wyrażać zdobytą wiedzę oraz prezentować uzyskane wyniki badań
CHI_K4_W01	Absolwent/ka zna i rozumie zaawansowane zagadnienia z zakresu chemii i inżynierii chemicznej
CHI_K4_W02	Absolwent/ka zna i rozumie pojęcia i zależności pozwalające na ilościowy opis zjawisk fizyko-chemicznych oraz materiałów
CHI_K4_W04	Absolwent/ka zna i rozumie zagadnienia dotyczące cyklu życia materiałów i aparatury chemicznej
CHI_K4_W06	Absolwent/ka zna i rozumie zaawansowane techniki laboratoryjne związane z projektowaniem i przeprowadzaniem syntezy chemicznej w tym na skalę przemysłową
CHI_K4_W07	Absolwent/ka zna i rozumie zaawansowane procesy technologii chemicznej oraz zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium chemicznym