



UNIWERSYTET  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNANIU

## Spektrometria atomowa

### Sylabus zajęć

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>Chemia<br><b>Specjalność</b><br>CHEMIA SĄDOWA<br><b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii<br><b>Poziom studiów</b><br>studia pierwszego stopnia<br><b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne<br><b>Profil studiów</b><br>profil ogólnoakademicki |                                                                                                                                                                                   | <b>Cykl dydaktyczny</b><br>2023/24<br><b>Kod zajęć</b><br>02CHECSS.18S.01913.23<br><b>Języki wykładowe</b><br>polski<br><b>Obligatoryjność</b><br>Fakultatywny<br><b>Blok zajęciowy</b><br>Przedmioty specjalnościowe |
| <b>Koordynator zajęć</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | Izabela Komorowicz                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Prowadzący zajęcia</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | Izabela Komorowicz, Anetta Hanć, Adam Sajnog                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Okres</b><br>Semestr 4                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Wykład: 15, Zaliczenie z oceną</li><li>Laboratorium: 30, Zaliczenie z oceną</li></ul> | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>4                                                                                                                                                                                       |

## Cele kształcenia dla zajęć

| Kod | Cel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1  | Przekazanie wiedzy dotyczącej spektroskopii i spektrometrii, podstawowych procesów i zjawisk fizykochemicznych wykorzystywanych w technikach spektrometrii atomowej.                                                                                                                                                                                              |
| C2  | Przekazanie wiedzy z zakresu spektrometrii atomowej, w tym zasady działania i budowy spektrometrów absorpcji atomowej (F-AAS, ET-AAS, HG-AAS i CV-AAS) oraz spektrometrów emisyjnych i spektrometrów mas w technikach plazmowych (AES, ICP-OES i ICP-MS), możliwości i ograniczeń stosowanych technik analitycznych oraz aktualnych zastosowań wybranych technik. |
| C3  | Rozwinięcie umiejętności wyboru właściwej techniki analitycznej do rozwiązywania zagadnień dotyczących oznaczeń analitycznych, tworzenia nowych procedur analitycznych i prawidłowego rozwiązywania problemów analitycznych metodami spektrometrii atomowej (kalibracja, optymalizacja, interferencje).                                                           |
| C4  | Przekazanie wiedzy na temat kontroli jakości wyników pomiarów analitycznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| C5  | Wyrobianie umiejętności właściwej interpretacji wyników badań i pisanie opracowań naukowych (raportów).                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C6  | Wyrobianie umiejętności prawidłowego zastosowania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| C7  | Rozwinięcie umiejętności komunikacji i pracy w grupie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## 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 i rozumie podstawowe definicje spektroskopii i spektrometrii oraz podstawowych zagadnień spektrometrii atomowej.                                                                                                      | CHE_K1_W01                                              | Kolokwium pisemne, Test                                      |
| W2                                | zna i rozumie podstawowe procesy/zjawiska fizykochemiczne emisji, absorpcji atomowej oraz jonizacji w plazmie nisko i wysoko temperaturowej.                                                                              | CHE_K1_W01,<br>CHE_K1_W14,<br>CHE_K1_W15                | Kolokwium pisemne, Test                                      |
| W3                                | zna budowę nowoczesnej aparatury analitycznej (F-AAS, ET-AAS, HG-AAS, CV-AAS, F-AES, ICP-OES i ICP-MS), możliwości analityczne oraz ograniczenia poszczególnych odmian technik: AAS i ICP oraz ich aktualne zastosowania. | CHE_K1_W14,<br>CHE_K1_W15                               | Kolokwium pisemne, Test, Raport                              |
| W4                                | zna i rozumie zasady tworzenia procedur analitycznych i sposoby kontroli jakości wyników pomiarów analitycznych.                                                                                                          | CHE_K1_W14                                              | Kolokwium pisemne, Test, Raport                              |
| <b>Umiejętności - Student/ka:</b> |                                                                                                                                                                                                                           |                                                         |                                                              |
| U1                                | potrafi wyjaśnić pojęcia spektroskopia, spektrometria, dokonać podziału metod spektroskopowych oraz wyjaśnić ich podstawy.                                                                                                | CHE_K1_U01                                              | Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Test                     |
| U2                                | potrafi objaśnić budowę nowoczesnej aparatury analitycznej (F-AAS, ET-AAS, HG-AAS, CV-AAS, F-AES, ICP-OES i ICP-MS) oraz wskazuje możliwości jej zastosowania.                                                            | CHE_K1_U01,<br>CHE_K1_U02,<br>CHE_K1_U16,<br>CHE_K1_U17 | Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Test                     |

| Kod                                          | Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie                                                                                                                                                               | Efekty uczenia się dla kierunku | Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| U3                                           | potrafi wskazać ewentualne przyczyny nieprawidłowych wyników analiz (interferencje spektralne, chemiczne, jonizacyjne, spektralne i niespektralne) i je wyeliminować.                                 | CHE_K1_U16                      | Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Test, Raport             |
| U4                                           | potrafi prawidłowo przygotować przyrząd do pracy (kalibracja i optymalizacja).                                                                                                                        | CHE_K1_U16, CHE_K1_U17          | Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Test, Raport             |
| U5                                           | potrafi opracowywać procedury analityczne, prawidłowo zinterpretować uzyskane wyniki oznaczania oraz ocenić ich przydatność do założonego celu.                                                       | CHE_K1_U19, CHE_K1_U27          | Kolokwium pisemne, Kolokwium ustne, Test, Raport             |
| U6                                           | potrafi przygotować raport z wykonanego ćwiczenia.                                                                                                                                                    | CHE_K1_U19                      | Kolokwium ustne, Raport                                      |
| U7                                           | potrafi obiektywnie ocenić wkład pracy własnej i innych w przeprowadzonych wspólnie badaniach oraz pracować samodzielnie lub w grupie.                                                                | CHE_K1_U15, CHE_K1_U21          | Kolokwium ustne, Raport                                      |
| U8                                           | potrafi stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium.                                                                                                                                | CHE_K1_U14                      | Kolokwium ustne, Raport                                      |
| <b>Kompetencji społecznych - Student/ka:</b> |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                              |
| K1                                           | jest gotów/gotowa do stosowania technik spektrometrii atomowej oraz doboru odpowiedniej techniki analitycznej do określonego celu.                                                                    | CHE_K1_K06                      | Kolokwium pisemne, Test, Raport                              |
| K2                                           | jest gotów/gotowa do praktycznego zastosowania technik spektrometrii atomowej w pracy laboratoryjnej zgodnie z zasadami BHP oraz do prawidłowej interpretacji i oceny wyników pomiarów analitycznych. | CHE_K1_K03, CHE_K1_K06          | Kolokwium pisemne, Test, Raport                              |

### Treści programowe dla zajęć

| Lp. | Treści programowe dla zajęć                                                                                                                                             | Efekty uczenia się dla zajęć | Formy zajęć          |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 1.  | Bezpieczeństwo i higiena pracy w laboratorium.                                                                                                                          | U8, K2                       | Laboratorium         |
| 2.  | Historia spektroskopii atomowej, podstawy metody, terminologia, przejścia widmowe, poziomy energetyczne, reguła Bohra.                                                  | W1, U1                       | Wykład               |
| 3.  | Procesy emisji, absorpcji i fluorescencji atomowej, rozkład Boltzmanna, prawa absorpcji.                                                                                | W2, U1                       | Wykład               |
| 4.  | Aparatura stosowana w AAS, źródła promieniowania w AAS: lampy HCL i EDL, wysokociśnieniowa lampa ksenonowa.                                                             | W3, U2                       | Wykład, Laboratorium |
| 5.  | Proces atomizacji, atomizery płomieniowe i elektrotermiczne, struktura płomienia, oznaczanie pierwiastków przy zastosowaniu atomizacji w płomieniu i elektrotermicznej. | W3, U2, U6                   | Wykład, Laboratorium |
| 6.  | Techniki wprowadzania próbek w AAS, wprowadzanie mikropróbek i próbek w postaci zawiesiny, technika zimnych par rtęci CV-AAS i generowania wodorków HG-AAS.             | W3, U2, U6, U7, K1           | Wykład, Laboratorium |

| Lp. | Treści programowe dla zajęć                                                                                                                                                                                                                                            | Efekty uczenia się dla zajęć | Formy zajęć          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 7.  | Interferencje w pomiarach absorpcji atomowej i sposoby eliminacji interferencji.                                                                                                                                                                                       | W3, U3, U6, U7, K1           | Wykład, Laboratorium |
| 8.  | Atomowa spektrometria fluorescencyjna, atomowa spektrometria emisyjna plazmy indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES) - generowanie i charakterystyka fizykochemiczna plazmy, układy atomizacji, wzbudzenia, wprowadzania próbki, rozszczepienia i rejestracji promieniowania. | W3, U2                       | Wykład               |
| 9.  | Spektrometria mas z jonizacją w plazmie sprzężonej indukcyjnie (ICP-MS).                                                                                                                                                                                               | W3, U2                       | Wykład               |
| 10. | Spektrometry ICP-MS - źródła jonów, analizatory mas, detektory, układ wprowadzania próbek, interferencje.                                                                                                                                                              | W3, U2, U3                   | Wykład               |
| 11. | Kalibracja w pomiarach spektralnych, zależność kalibracyjna, metody kalibracji.                                                                                                                                                                                        | W3, U4, U6, U7, K2           | Wykład, Laboratorium |
| 12. | Tworzenie procedur analitycznych, kontrola wyników pomiarów analitycznych.                                                                                                                                                                                             | W4, U5, K2                   | Wykład, Laboratorium |
| 13. | Zastosowania spektrometrii atomowej w śladowej analizie nieorganicznej.                                                                                                                                                                                                | W3, U2, U3, K1, K2           | Wykład, Laboratorium |

### Informacje dodatkowe

| Forma zajęć  | Metody i formy prowadzenia zajęć                                                                                                                                        |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wykład       | Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień, 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>Kolokwium pisemne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 pytania otwarte</li> <li>• 5 pytań testowych</li> </ul> <p>Kolokwium ustne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 pytania otwarte</li> </ul> <p>Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 94% - 100% - bardzo dobry</li> <li>• 87% - 93,9% - dobry plus</li> <li>• 78% - 86,9% - dobry</li> <li>• 70% - 77,9% - dostateczny plus</li> <li>• 60% - 69,9% - dostateczny</li> <li>• 0 - 59% - niedostateczny</li> </ul> <p>Studenci, którzy nie uzyskają zaliczenia z ćwiczeń nie mogą przystąpić do egzaminu.</p> |

| Forma zajęć  | Warunki zaliczenia zajęć                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laboratorium | <p>Ćwiczenia laboratoryjne składają się z 6 ćwiczeń. Należy wykonać wszystkie ćwiczenia, żeby uzyskać zaliczenie. W przypadku nieobecności studenta dane ćwiczenie należy odrobić według harmonogramu. Na każdych ćwiczeniach prowadzący zalicza ćwiczenie według następujących zasad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kolokwium (75%)</li> <li>• raport (15%)</li> <li>• zaangażowanie w ćwiczenie (10%)</li> </ul> <p>Student, który nie uzyska oceny pozytywnej z kolokwium nie zostanie dopuszczony do wykonywania danego ćwiczenia. Ćwiczenie należy odrobić według harmonogramu przekazanego przez prowadzącego zajęcia.</p> <p>Skala ocen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 94% – 100% – bardzo dobry</li> <li>• 87% – 93,9% – dobry plus</li> <li>• 78% – 86,9% – dobry</li> <li>• 70% – 77,9% – dostateczny plus</li> <li>• 60% – 69,9% – dostateczny</li> <li>• 0 – 59% – niedostateczny</li> </ul> <p>Ocenę końcową z ćwiczeń laboratoryjnych można podwyższyć pisząc kolokwium z całego materiału.</p> |

## Literatura

### Obowiązkowa

1. Metody analitycznej spektrometrii atomowej - teoria i praktyka. Red. W. Żyrmicki, J. Borkowska-Burnecka, E. Bulska, E. Szmyd, Wydawnictwo Malamut, 2010.
2. E. Bulska, K. Pyrżyńska, Spektrometria atomowa – możliwości analityczne, Wydawnictwo Malamut, 2007.
3. D. Barańkiewicz, Aspekty metodyczne i specyjalne oznaczania pierwiastków w wodzie metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2001.
4. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2019.
5. A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997.

### Dodatkowa

1. B. Welz, M. Sperling, Atomic Absorption Spectrometry, Third. Completely revised Edition, J. Wiley - VCH Verlag, GmbH, Germany, 1999.
2. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej t. 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

## Nakład pracy studenta i punkty ECTS

| Rodzaje zajęć studenta        | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Wykład                        | 15                                                                  |
| Laboratorium                  | 30                                                                  |
| Przygotowanie do zajęć        | 25                                                                  |
| Przygotowanie raportu         | 20                                                                  |
| Czytanie wskazanej literatury | 10                                                                  |
| Przygotowanie do egzaminu     | 20                                                                  |

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>120 |
| <b>Liczba punktów ECTS</b>          | <b>ECTS</b><br>4            |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Efekty uczenia się dla kierunku

| Kod        | Treść                                                                                                                                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CHE_K1_K03 | Absolwent/ka jest gotów/gotowa do prawidłowego szacowania ryzyka przy przeprowadzaniu eksperymentów chemicznych                                                                      |
| CHE_K1_K06 | Absolwent/ka jest gotów/gotowa do formułowania pytań służących pogłębieniu własnego zrozumienia tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania                            |
| CHE_K1_U01 | Absolwent/ka potrafi stosować terminologię chemiczną zgodną z IUPAC i zaleceniami PTChem                                                                                             |
| CHE_K1_U02 | Absolwent/ka potrafi przedstawić w przystępny sposób zdobytą wiedzę                                                                                                                  |
| CHE_K1_U14 | Absolwent/ka potrafi pracować w laboratorium chemicznym zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy                                                                            |
| CHE_K1_U15 | Absolwent/ka potrafi pracować w grupie przyjmując różne funkcje, w tym lidera grupy                                                                                                  |
| CHE_K1_U16 | Absolwent/ka potrafi stosować techniki analityczne do wyjaśnienia podstawowych zjawisk chemicznych i fizykochemicznych                                                               |
| CHE_K1_U17 | Absolwent/ka potrafi dobierać metody analizy instrumentalnej do zbadania określonych zjawisk chemicznych i fizykochemicznych                                                         |
| CHE_K1_U19 | Absolwent/ka potrafi analizować i opracowywać wyniki badań oraz przygotowywać raport końcowy z prowadzonych eksperymentów chemicznych i fizykochemicznych                            |
| CHE_K1_U21 | Absolwent/ka potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury zarówno w języku polskim jak i obcym, tablic fizykochemicznych i innych dostępnych źródeł                       |
| CHE_K1_U27 | Absolwent/ka potrafi wykazywać umiejętność poprawnego wnioskowania na podstawie danych z przeprowadzonych eksperymentów chemicznych lub fizykochemicznych oraz źródeł literaturowych |
| CHE_K1_W01 | Absolwent/ka zna i rozumie prawa i zagadnienia chemiczne                                                                                                                             |
| CHE_K1_W14 | Absolwent/ka zna i rozumie podstawowe techniki laboratoryjne i analityczne                                                                                                           |
| CHE_K1_W15 | Absolwent/ka zna i rozumie podstawowe metody analizy instrumentalnej                                                                                                                 |