

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć: Chemia analityczna

Rok akademicki: 2019/2020    Kod: CCHB-1-301-s    Punkty ECTS: 6

Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kierunek: Chemia Budowlana    Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia    Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski    Profil: Ogólnoakademicki (A)    Semestr: 3

Strona www: <http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~kca/>

Prowadzący moduł: dr hab. inż. Piech Robert (rpiech@agh.edu.pl)

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Celem modułu jest przybliżenie słuchaczom wybranych metod analitycznych w połączeniu z wykonaniem praktycznych pomiarów oraz interpretacją wyniku pomiarowego.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	zna zasady pracy w laboratorium chemicznym	CHB1A_W08	Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	zna podstawowe pojęcia i prawa chemii, elektrochemii i fizykochemii w zakresie spektroskopowych, elektrochemicznych i chromatograficznych metod chemicznej analizy instrumentalnej	CHB1A_W08, CHB1A_W03	Egzamin, Kolokwium
M_W003	ma wiedzę na temat fizykochemicznych podstaw oraz budowy aparatury i zakresu stosowalności wybranych spektralnych, elektrochemicznych i chromatograficznych metod analizy instrumentalnej	CHB1A_W08	Egzamin, Kolokwium

M_W004	ma wiedzę w zakresie zasad poboru, utrwalania, przechowywania i przygotowania próbek do analizy chemicznej	CHB1A_W08, CHB1A_W03	Egzamin, Kolokwium
M_W005	zna zasady formułowania problemu analitycznego i projektowania procesu analitycznego z uwzględnieniem niektórych elementów przetwarzania sygnałów, statystycznej oceny wyników oraz walidacji	CHB1A_W08	Egzamin, Kolokwium
Umiejętności: potrafi			
M_U001	potrafi zdefiniować problem analityczny i w oparciu o rodzaj i wielkość próbki, a także przewidywany zakres stężenia analitu zaproponować najlepszą metodę jej analizy	CHB1A_U07, CHB1A_U05, CHB1A_U06	Egzamin, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	potrafi wykorzystać metody matematyczne i statystyczne do rozwiązywania zagadnień technicznych i opracowania wyników badań. Potrafi interpretować wyniki analizy chemicznej, wyciągać wnioski i formułować opinie na temat badanego materiału i oznaczanych analitów.	CHB1A_U07, CHB1A_U05	Egzamin, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	umie posługiwać się sprzętem laboratoryjnym, planować i przeprowadzać eksperymenty, zestawiać proste układy pomiarowe, prowadzić pomiary wybranych wielkości fizykochemicznych i wykonywać oznaczenia pierwiastków w różnych materiałach	CHB1A_U07, CHB1A_U05	Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Egzamin
M_U004	potrafi zweryfikować uzyskany wynik analizy poprzez umiejętność doboru i zastosowania certyfikowanych materiałów odniesienia i metod referencyjnych	CHB1A_U07, CHB1A_U04, CHB1A_U06	Egzamin, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania wiedzy z zakresu chemii i instrumentalnej analizy chemicznej	CHB1A_K06, CHB1A_K01	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu
M_K002	Ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny. Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej.	CHB1A_K02, CHB1A_K04, CHB1A_K06	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu

**Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć**

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
75	30	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0

**Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie**

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	zna zasady pracy w laboratorium chemicznym	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	zna podstawowe pojęcia i prawa chemii, elektrochemii i fizykochemii w zakresie spektroskopowych, elektrochemicznych i chromatograficznych metod chemicznej analizy instrumentalnej	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	ma wiedzę na temat fizykochemicznych podstaw oraz budowy aparatury i zakresu stosowalności wybranych spektralnych, elektrochemicznych i chromatograficznych metod analizy instrumentalnej	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	ma wiedzę w zakresie zasad poboru, utrwalania, przechowywania i przygotowania próbek do analizy chemicznej	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W005	zna zasady formułowania problemu analitycznego i projektowania procesu analitycznego z uwzględnieniem niektórych elementów przetwarzania sygnałów, statystycznej oceny wyników oraz walidacji	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												

M_U001	potrafi zdefiniować problem analityczny i w oparciu o rodzaj i wielkość próbki, a także przewidywany zakres stężenia analitu zaproponować najlepszą metodę jej analizy	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	potrafi wykorzystać metody matematyczne i statystyczne do rozwiązywania zagadnień technicznych i opracowania wyników badań. Potrafi interpretować wyniki analizy chemicznej, wyciągać wnioski i formułować opinie na temat badanego materiału i oznaczanych analitów.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	umie posługiwać się sprzętem laboratoryjnym, planować i przeprowadzać eksperymenty, zestawiać proste układy pomiarowe, prowadzić pomiary wybranych wielkości fizykochemicznych i wykonywać oznaczenia pierwiastków w różnych materiałach	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	potrafi zweryfikować uzyskany wynik analizy poprzez umiejętność doboru i zastosowania certyfikowanych materiałów odniesienia i metod referencyjnych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania i poszerzania wiedzy z zakresu chemii i instrumentalnej analizy chemicznej	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny. Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)**

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	75 godz
Przygotowanie do zajęć	40 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	28 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	1 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	169 godz
Punkty ECTS za moduł	6 ECTS

**Pozostałe informacje****Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**

Zasady pracy w laboratorium chemicznym, zasady użytkowania podstawowych narzędzi i odczynników z zakresu analityki śladów, analityka chemiczna, zasady wyboru metody analitycznej, proces analityczny, parametry metod analitycznych, metody oznaczeń ilościowych, wzorce i materiały odniesienia, zagadnienia jakości i walidacja metod analitycznych, budowa instrumentu pomiarowego sygnały pomiarowe kontaminacja, próbka analityczna, zasady poboru i utrwalania próbek metody roztwarzania, mineralizacji, rozdzielania i zagęszczania próbek, fizykochemiczne podstawy i klasyfikacja elektrochemicznych metod analizy, konduktometria i miareczkowanie konduktometryczne, potencjometria, elektrody wskaźnikowe i elektrody odniesienia, metody potencjometrii bezpośredniej i miareczkowanie potencjometryczne, polarografia i woltamperometria, metody woltamperometrii strippingowej, elektrogravimetria i kulometria, promieniowanie elektromagnetyczne, widmo, prawa absorpcji i emisji promieniowania, źródła, monochromatory i detektory promieniowania, metody emisyjne: fotometria płomieniowa, spektrografia emisyjna, fluorescencja rentgenowska, spektrometria masowa z jonizacją w plaźmie, metody absorpcyjne: spektrofotometria UV-Vis, turbidymetria, nefelometria, atomowa spektrometria absorpcyjna FAAS i ETAAS, chromatografia cienkowarstwowa, gazowa i wysokosprawna chromatografia cieczowa, elektroforeza, automatyzacja procesów analitycznych, systemy analizy przemysłowej, wstrzykowa analiza przepływowa, sensory chemiczne, sposoby uzyskiwania wysokich czułości oznaczeń, analiza specjalna.

**Ćwiczenia audytoryjne**

Obliczenia w chemii analitycznej, sposoby kalibracji metod instrumentalnych, statystyczna ocena wyniku eksperymentu, analiza wagowa i analiza objętościowa, metody obliczeniowe w metodach spektroskopowych, metody obliczeniowe w elektrochemii.

Prezentacje multimedialne.

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

Zasady pracy w laboratorium chemii analitycznej, podstawowe zasady pomiaru masy i objętości, walidacja metod analitycznych, wzorce i materiały odniesienia, metody przygotowania próbek, metody rozdzielania i zateżania, potencjometria i konduktometria (metody bezpośrednie i miareczkowanie), absorpcyjna spektrometria atomowa (F-AAS), spektrofotometria w zakresie UV i Vis, fotometria płomieniowa, oznaczanie metali alkalicznych i ziem alkalicznych, woltamperometryczna analiza śladów, zajęcia zaliczeniowe.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia audytoryjne: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego, uczestniczą w dyskusji nad tym tematem oraz rozwiązują zdania tekstowe. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Zaliczenie laboratoriów (obowiązuje system punktowy) - uzyskanie min. 40 pkt. w tym 7 ćwiczeń laboratoryjnych zamkniętych. Za jedno ćwiczenie można uzyskać 10 pkt. (7 pkt. kolokwium, 3 pkt. za prawidłowo wykonane i w terminie oddane sprawozdanie).

Ćwiczenia zamknięte - ćwiczenie z sumą min. 5 pkt. (w tym kolokwium zaliczone na min. 3 pkt.) wraz z zaakceptowanym sprawozdaniem.

Aby zostać dopuszczonym do wykonania części praktycznej ćwiczenia - należy uzyskać min. 3 pkt. z kolokwium.

Za każdy tydzień zwłoki w oddaniu sprawozdania będzie odejmowany 1 pkt.

W przypadku wystąpienia zdarzenia losowego (usprawiedliwionego) - istnieje możliwość zaliczenia ćwiczenia na podstawie kolokwium (należy uzyskać min. 5 pkt.), które odbędzie się na ostatnich zajęciach.

Dla osób które mają 7 ćwiczeń zamkniętych istnieje możliwość napisania dodatkowego kolokwium z dowolnego ćwiczenia tematycznego (poprawa oceny) na ostatnich zajęciach.

Ocena końcowa - suma wszystkich uzyskanych punktów - przeliczona na ocenę zgodnie z regulaminem studiów.

Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem zajęć są odpowiedzi na postawione pytania, dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami a także umiejętność rozwiązywania zadań obliczeniowych.

Zaliczenie seminariów - pozytywna ocena za prezentację multimedialną oraz pozytywna ocena z kolokwium (ocena końcowa seminarium  $0.25 \cdot x$  prezentacja multimedialna +  $0.75 \cdot x$  kolokwium).

Zaliczenie seminariów i ćwiczeń laboratoryjnych stanowi warunek dopuszczenia do egzaminu.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co jest weryfikowane poprzez kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu (zaakceptowanego sprawozdania i pozytywnie zweryfikowanego kolokwium). Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu co najmniej 7 zajęć laboratoryjnych.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

**Ocena końcowa** = **0.1** x średnia ocena z seminariów + **0.4** x średnia ocena z ćwiczeń laboratoryjnych + **0.5** x średnia ocena z egzaminu.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

W przypadku wystąpienia zdarzenia losowego (usprawiedliwionego) - istnieje możliwość zaliczenia ćwiczenia na podstawie kolokwium (należy uzyskać min. 5 pkt.), które odbędzie się na ostatnich zajęciach.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Obecności na wykładach.

Obecności na zajęciach laboratoryjnych i seminaryjnych są obowiązkowe.

Ćwiczenia w Katedrze Chemii Analitycznej można wykonywać jedynie w terminach ustalonych harmonogramem zajęć.

Ćwiczenia laboratoryjne rozpoczynają się od kolokwium pisemnego, punktualnie o godzinie podanej w rozkładzie zajęć.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. W.W. Kubiak, J. Gołaś „Instrumentalne metody analizy chemicznej” Wyd. Naukowe AKAPIT, Kraków 2005.
2. J. Minczewski, Z. Marczenko „Chemia analityczna” t.1 i t.2, Wyd. Nauk. PWN W-wa 2008
3. W. Szczepaniak „Metody instrumentalne w analizie chemicznej” Wyd. Nauk. PWN W-wa 2008.
4. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch „Podstawy chemii analitycznej” T.1 i T.2 (tłum. E. Bulska i in.) Wyd. Nauk. PWN W-wa 2007.
5. A. Hulanicki „Współczesna chemia analityczna” PWN, Warszawa 2001.
6. A. Cygański, B. Ptaszyński, J. Krystek „Obliczenia w chemii analitycznej” Wyd. Naukowo-Techniczne W-wa 2000.
7. Z.S. Szmaj, T. Lipiec „Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej” wyd. VII, PZWL 1996.
8. K. Pigoń, Z. Ruziewicz „Chemia fizyczna” t. 1, Wyd. Nauk. PWN W-wa 2007.
9. A. Staronka „Chemia fizyczna” Wyd. AGH, Kraków 1994.
10. P.W. Atkins „Chemia fizyczna” Wyd. Nauk. PWN W-wa 2001.

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. R. Piech, B. Baś, E. Niewiara, W.W. Kubiak „Determination of trace arsenic on hanging copper

amalgam drop electrode" *Talanta*, 2007 vol.72 s.762-767.

2. R. Piech, B. Baś, W.W. Kubiak „The cyclic renewable mercury film silver based electrode for determination of uranium(VI) traces using adsorptive stripping voltammetry" *Electroanalysis*, 2007 vol.19 no.22. s.2342-2350.

3. B. Baś, R. Piech, E. Niewiara, M. Ziemnicka, L. Stobierski, W.W. Kubiak „TiC Working electrode: voltammetric characteristics and application for determination of lead traces by stripping voltammetry" *Electroanalysis*, 2008 vol.20 no.15 s.1655-1664.

4. R. Piech, B. Baś, E. Niewiara, W.W. Kubiak „Renewable copper and silver amalgam film electrodes of prolonged application for the determination of elemental sulfur using stripping voltammetry" *Electroanalysis*, 2008 vol.20 no.7 s.809-815.

5. J. Migdalski, B. Baś, T. Błaż, J. Golimowski, A. Lewenstam „A miniaturized and integrated galvanic cell for the potentiometric measurement of ions in biological liquids" *Journal of Solid State Electrochemistry*, 2009 vol.13 s.149-155.

6. R. Piech, B. Baś, W.W. Kubiak, B. Paczosa-Bator „Fast cathodic stripping voltammetric determination of elemental sulfur in petroleum fuels using renewable mercury film silver based electrode: short communication" *Fuel*, 2012 vol. 97 s.876-878.

7. T. Błaż, B. Baś, J. Kupis, J. Migdalski, A. Lewenstam „Multielectrode potentiometry in a one-drop sample" *Electrochemistry Communications*, 2013 vol.34 s.181-184.

8. B. Paczosa-Bator, L. Cabaj, M. Raś, B. Baś, R. Piech „Potentiometric sensor platform based on a carbon black modified electrodes" *International Journal of Electrochemical Science*, 2014 vol. 9 no. 6, s.2816-2823.

9. B. PACZOSA-BATOR, L. CABAJ, M. RAŚ, B. BAŚ, R. PIECH, "Potentiometric sensor platform based on a carbon black modified electrodes" *International Journal of Electrochemical Science*, 2014 vol. 9 s.2816-2823.

10. B. Baś, K. Węgiel, K. Jedlińska „The renewable bismuth bulk annular band working electrode: fabrication and application in the adsorptive stripping voltammetric determination of nickel(II) and cobalt(II)" *Analytica Chimica Acta*, 2015 vol. 881, s.44-53.

11. B. Baś, K. Węgiel, K. Jedlińska „New voltammetric sensor based on the renewable bismuth bulk annular band electrode and its application for the determination of palladium(II)" *Electrochimica Acta*, 2015 vol. 178 s.665-672.

12. B. PACZOSA-BATOR, M. PIĘK, R. PIECH "Application of nanostructured TCNQ to potentiometric ion-selective  $K^{+}$  and  $Na^{+}$  electrodes" *Analytical Chemistry*, 2015 vol. 87 s.1718-1725.

13. J. SMAJDOR, B. PACZOSA-BATOR, R. PIECH "Voltammetric electrode based on Nafion and poly(2,3-dihydrothieno-1,4-dioxin)-poly(styrenesulfonate) film for fast and high sensitive determination of metamizole" *Journal of the Electrochemical Society*, 2016 vol. 163 s.B146-B152.

14. M. RUMIN, J. SMAJDOR, B. PACZOSA-BATOR, R. PIECH "Voltammetry and flow injection analysis with amperometric detection for sensitive sodium metamizole determination on glassy carbon electrode modified with SWCNTs/Nafion, *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 2016 vol. 5 s.M3005-M3011.

15. K. WĘGIEL, M. Grabarczyk, W. W. KUBIAK, B. BAŚ "A reliable and sensitive voltammetric determination of Mo(VI) at the in situ renovated bismuth bulk annular band electrode", *Journal of the Electrochemical Society*, 2017 vol. 164 s.H352-H357.

16. M. PIĘK, K. FENDRYCH, J. SMAJDOR, R. PIECH, B. PACZOSA-BATOR "High selective potentiometric sensor for determination of nanomolar concentration of Cu(II) using a polymeric electrode modified by a graphene/7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane nanoparticles" *Talanta*, 2017, vol. 170 s.41-48.

17. J. SMAJDOR, R. PIECH, B. PACZOSA-BATOR "Voltammetric determination of drospirenone on mercury film electrode" *Journal of the Electrochemical Society*, 2017 vol. 164 s.H311-H315.



18. J. SMAJDOR, R. PIECH, M. ŁAWRYWIANIEC, B. PACZOSA-BATOR "Glassy carbon electrode modified with carbon black for sensitive estradiol determination by means of voltammetry and flow injection analysis with amperometric detection", *Analytical Biochemistry*, 2018 vol. 544, s. 7-12.
19. J. SMAJDOR, R. PIECH, B. PACZOSA-BATOR "Highly sensitive voltammetric determination of dexamethasone on amalgam film electrode" *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 2018 vol. 809, s. 147-152.
20. B. PACZOSA-BATOR, R. PIECH, C. Wardak, L. CABAJ "Application of graphene supporting platinum nanoparticles layer in electrochemical sensors with potentiometric and voltammetric detection" *Ionics*, 2018 vol. 24 iss. 8, s. 2455-2464.

### **Informacje dodatkowe**

-