



# Program studiów

|                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| <b>Wydział:</b>            | Wydział Chemii                |
| <b>Kierunek:</b>           | chemia zrównoważonego rozwoju |
| <b>Poziom kształcenia:</b> | drugiego stopnia              |
| <b>Forma kształcenia:</b>  | studia stacjonarne            |
| <b>Rok akademicki:</b>     | 2022/23                       |

## Spis treści

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Charakterystyka kierunku       | 3  |
| Nauka, badania, infrastruktura | 6  |
| Program                        | 8  |
| Efekty uczenia się             | 10 |
| Plany studiów                  | 13 |
| Sylabusy                       | 19 |

# Charakterystyka kierunku

## Informacje podstawowe

|                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| Nazwa wydziału: | Wydział Chemii                |
| Nazwa kierunku: | chemia zrównoważonego rozwoju |
| Poziom:         | drugiego stopnia              |
| Profil:         | ogólnoakademicki              |
| Forma:          | studia stacjonarne            |
| Język studiów:  | polski                        |

## Przyporządkowanie kierunku do dziedzin oraz dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia się

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Nauki chemiczne               | <b>91%</b> |
| Nauki o zarządzaniu i jakości | <b>5%</b>  |
| Nauki biologiczne             | <b>3%</b>  |
| Nauki prawne                  | <b>1%</b>  |

## Charakterystyka kierunku, koncepcja i cele kształcenia

### Charakterystyka kierunku

Studia drugiego stopnia na kierunku Chemia zrównoważonego rozwoju, stanowiące kontynuację i rozszerzenie studiów pierwszego stopnia na tym kierunku, mają na celu wykształcenie specjalistów wspierających transformacje energetyczne i przemysłowe zmierzające do osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju. Absolwenci tego kierunku będą prezentowali interdyscyplinarne podejście do tych wyzwań jak również będą posiadali kompetencje w zakresie stosowania zaawansowanych metod fizykochemicznych dla potrzeb monitoringu środowiska oraz oceny zagrożeń środowiskowych. Duży udział zajęć dydaktycznych o charakterze praktycznym, w tym z udziałem praktyków z przemysłu, zagwarantuje bardzo dobre przygotowanie do wejścia absolwentów na rynek pracy, w szczególności w obszarach zgodnych z ich wykształceniem. Program studiów obejmuje zajęcia laboratoryjne o charakterze projektów badawczych, które z jednej strony przygotowują studentów do samodzielnego rozwiązywania problemów badawczych, a z drugiej strony pozwolą na wykształcenie kompetencji w zakresie adaptacji do zmieniających się warunków pracy, w tym również ciągłego doskonalenia kompetencji zawodowych. Ponadto absolwent będzie w stanie identyfikować społeczne, ekonomiczne i gospodarcze implikacje polityki zrównoważonego rozwoju i niezależnie od sprawowanych funkcji, będzie mógł pełnić istotną rolę w krzewieniu koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz kształtować postawy pozytywnego odbioru chemii i jej roli we współczesnym świecie.

### Koncepcja kształcenia

Program studiów drugiego stopnia dla kierunku chemia zrównoważonego rozwoju wykazuje zbieżność w realizacji misji i strategii uczelni (Strategia Rozwoju UJ 2021-2030) w następujących punktach:

- (i) Uruchomienie drugiego stopnia kierunku chemia zrównoważonego rozwoju zwiększa atrakcyjność oferty dydaktycznej UJ, kształcąc absolwentów w istotnym dla społeczeństwa i gospodarki obszarze;
- (ii) Utworzenie kierunku wzmocni obszar nauk ścisłych, dzięki prowadzeniu zajęć i prac badawczych studentów (np. prac

dypłomowych) w nowoczesnych laboratoriach Wydziału Chemii;

(iii) Program kierunku uwzględni oczekiwane zapotrzebowanie rynku pracy na specjalistów w zakresie zrównoważonych technologii;

(iv) Podejmowanie zatrudnienia przez absolwentów kierunku prowadzić będzie do transferu wiedzy stymulującego innowacyjność w gospodarce w zakresie materiałów i technologii pro-środowiskowych oraz zrównoważonej energetyce. Gruntownie wykształceni absolwenci będą mieć wpływ na otoczenie społeczne, gospodarcze i kulturowe poprzez promowanie postaw i działań prośrodowiskowych i koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Po ukończeniu studiów drugiego stopnia kierunku chemia zrównoważonego rozwoju absolwent będzie posiadał zaawansowaną wiedzę z zakresu chemii i nauk pokrewnych, jak i umiejętności zastosowania tej wiedzy w praktyce, również w nieprzewidywalnych warunkach wiążących się z koniecznością poszukiwania nowych rozwiązań. Absolwent będzie również świadomy zagrożeń spowodowanych przez nieodpowiednie stosowanie nowych technologii, jak i szkód związanych z kontynuacją stosowanych przestarzałych technologii. Będzie również w stanie identyfikować społeczne, ekonomiczne i gospodarcze implikacje polityki zrównoważonego rozwoju. Absolwent będzie potrafił komunikować ze sobą specjalistów i niespecjalistów, prezentując w przystępny sposób racjonalne i uzasadnione naukowo argumenty.

Absolwent, niezależnie od pełnionych funkcji, będzie mógł pełnić istotną rolę w krzewieniu koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz kształtować postawy pozytywnego odbioru chemii i jej roli we współczesnym świecie.

Absolwent, ze względu na takie wieloaspektowe przygotowanie powinien znaleźć zatrudnienie nie tylko w zawodach bezpośrednio związanych z chemią, ale również w instytucjach publicznych i samorządowych różnego szczebla. Ponadto, będzie mógł pracować na rzecz NGO-sów działających w obszarze zrównoważonego rozwoju. Absolwent będzie mógł również podjąć pracę w nowych zawodach powiązanych z zagadnieniami zrównoważonego rozwoju, a także w pewnym zakresie wpływać na kształtowanie tego rynku pracy.

## Cele kształcenia

Wykształcenie:

1. Chemików o szerokich kompetencjach w zakresie transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej uwzględniającej osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju.
2. Specjalistów w zakresie stosowania surowców odnawialnych w przemyśle i energetyce, produkcji, magazynowania oraz zrównoważonego wykorzystania energii, a także syntezy materiałów funkcjonalnych dla zrównoważonych procesów środowiskowych.
3. Chemików o szerokich kompetencjach w zakresie identyfikacji zagrożeń środowiska naturalnego, w tym związane z nowymi inwestycjami, oraz kompetencjach w zakresie środowiskowych metod remediacyjnych.
4. Specjalistów gotowych do realnego wypełniania zobowiązań społecznych, podejmowania inicjatyw i uczestniczenia w działaniach na rzecz społeczeństwa, w szczególności w odniesieniu do problemów zrównoważonego rozwoju.
5. Specjalistów rozumiejących uwarunkowania prawne i etyczne związane z działalnością zawodową.
6. Specjalistów znających i rozumiejących zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości proekologicznej oraz podstawowe zasady zarządzania zasobami ludzkimi.
7. Chemików potrafiących rozwiązywać złożone problemy badawcze i wdrożeniowe w obszarze problematyki zrównoważonego rozwoju, w tym zarządzać utworzonymi do tego celu zespołami ludzkimi.
8. Chemików rozumiejących konieczność ciągłego podnoszenia i poszerzania swoich kompetencji zawodowych i ich elastycznego dostosowania do zmieniających się potrzeb rynku pracy.

## Potrzeby społeczno-gospodarcze

### Wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia kierunku

Do najważniejszych wyzwań współczesnego świata należy odpowiedzialna realizacja celów zrównoważonego rozwoju sformułowanych przez ONZ (Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego A/RES/70/1: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030). W realizacji tych celów szczególną rolę winni odgrywać specjaliści z zakresu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych. Istotne jest też interdyscyplinarne podejście do tych wyzwań. Naprzeciw tym wyzwaniom wychodzi koncepcja kształcenia na kierunku studiów drugiego stopnia Chemia zrównoważonego rozwoju, która zakłada wykształcenie specjalistów wspierających transformację w obszarze energetyki i proekologicznych technologii chemicznych spełniających

cele zrównoważonego rozwoju.

## **Wskazanie zgodności efektów uczenia się z potrzebami społeczno-gospodarczymi**

Kompetencje oczekiwane od absolwentów studiów drugiego stopnia były dyskutowane i analizowane z udziałem przedstawicieli otoczenia społeczno-gospodarczego. Są one ukierunkowane na konieczność transformacji energetycznej i przemysłowej, zadeklarowanej przez władze naszego kraju, jako członka UE. Oczekiwana rola chemii w tych transformacjach będzie bardzo duża, ale z drugiej strony nie ma odpowiednich specjalistów w tym zakresie mogących podołać tym wyzwaniom. Utworzenie studiów Chemia zrównoważonego rozwoju wychodzi naprzeciw tym potrzebom. Efekty uczenia się obejmują kompetencje w zakresie nowoczesnych metod produkcji i magazynowania energii, co z pewnością będzie być może najważniejszym priorytetem w osiągnięciu celów zrównoważonego rozwoju w naszym kraju. Z pewnością niezwykle istotną rolę w tym obszarze będzie odgrywała transformacja przemysłowa, mająca na celu ograniczenie lub wyeliminowanie produktów ubocznych, stosowanie surowców odnawialnych, prowadzenie procesów z użyciem nietoksycznych reagentów, obniżenie energochłonności procesów, czy zagospodarowanie odpadów. Te zagadnienia również znajdują odzwierciedlenie w zaproponowanych efektach uczenia się. Nowoczesne metody monitoringu i oceny stanu środowiska, które są elementem studiów, są niezbędne dla bezpieczeństwa naszego zdrowia i życia. Ponadto, wśród efektów uczenia się uwzględniono umiejętność identyfikowania społecznych, ekonomicznych i gospodarczych implikacji polityki zrównoważonego rozwoju, co jest niezwykle istotne dla społecznej akceptacji transformacji prowadzącej do realizacji celów zrównoważonego rozwoju.

# Nauka, badania, infrastruktura

## Główne kierunki badań naukowych w jednostce

Badania prowadzone na Wydziale Chemii UJ koncentrują się w następujących obszarach:

- Badania z zakresu chemii biologicznej, biochemii i chemii medycznej;
- Technologia chemiczna, kataliza i chemia środowiska - badania podstawowe i stosowane nad opracowaniem innowacyjnych katalizatorów i fotokatalizatorów oraz procesów przyjaznych dla środowiska;
- Modelowanie molekularne i badania z zakresu chemii teoretycznej i spektroskopii;
- Zaawansowane materiały, fizykochemia powierzchni i nanotechnologia - projektowanie, synteza, charakterystyka, funkcjonalizacja i aplikacje;
- Inżynieria krystaliczna, chemia supramolekularna i koordynacyjna - synteza, badania strukturalne i spektroskopowe, korelacje struktura-właściwości-reaktywność;
- Rozwój metod analitycznych i ich zastosowanie w chemii sądowej i konserwatorskiej oraz w badaniach środowiska;
- Nowoczesna synteza organiczna i badania fizykochemiczne właściwości cząsteczek organicznych ze szczególnym uwzględnieniem surfaktantów, związków chiralnych i biomimetyków.

## Związek badań naukowych z dydaktyką

Znaczna część prac badawczych realizowanych na Wydziale Chemii UJ odnosi się bezpośrednio lub pośrednio do zagadnień związanych ze zrównoważonym rozwojem. Do tego obszaru badawczego można zaliczyć: (1) badania nad opracowaniem technologii oczyszczania gazów spalinowych i poprocesowych oraz oczyszczania wody; (2) badania w zakresie nowoczesnych technologii produkcji i magazynowania energii; (3) badania w zakresie opracowania nowoczesnych układów katalitycznych i fotokatalitycznych dla procesów środowiskowych; (4) badania nad opracowaniem technologii produkcji paliw z surowców odnawialnych; (5) badania nad wykorzystaniem materiałów odpadowych jako pełnowartościowych surowców dla przemysłu chemicznego; (6) badania w zakresie monitoringu środowiskowego oraz oceny stanu środowiska; (7) badania nad opracowaniem nowoczesnych sensorów dla zastosowań środowiskowych.

Zajęcia dydaktyczne prowadzone są przez pracowników specjalizujących się w danej tematyce badawczej. W trakcie części zajęć specjalizacyjnych oraz przy wykonywaniu prac dyplomowych studenci mają dostęp do laboratoriów i infrastruktury badawczej wydziału. Prace dyplomowe mają charakter badawczy i prowadzone są w ścisłym powiązaniu z tematyką badawczą zespołów i grup badawczych Wydziału.

## Opis infrastruktury niezbędnej do prowadzenia kształcenia

Wydział Chemii UJ dysponuje największą w Małopolsce bazą różnorodnej aparatury chemicznej, która bardzo intensywnie jest wykorzystywana w procesie dydaktycznym na studiach I, II stopnia i w kształceniu w szkole doktorskiej, a także przy realizacji prac dyplomowych. Infrastruktura badawcza została w ostatnich latach znacznie rozbudowana (ok. 56 mln zł w l. 2009-2013), m.in. poprzez utworzenie ośrodka badań układów w skali atomowej Centrum "Atomina-Chemia" w wyniku realizowanego w latach 2009-12 projektu „Badanie układów w skali atomowej. Nauki ścisłe dla innowacyjnej gospodarki”, na który Wydział uzyskał finansowanie z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Aparatura badawcza na potrzeby procesu dydaktycznego została również znacznie rozbudowana w ostatnich latach (ok. 10 mln zł w latach 2009-2013). Dzięki oddaniu w nowej siedzibie Wydziału nowoczesnych laboratoriów o najwyższych standardach, posiadana aparatura będzie mogła być w pełni wykorzystywana, także w procesie dydaktycznym. Wydział posiada specjalistycznie wyposażone laboratoria, w których prowadzone są badania naukowe z zakresu technologii chemicznej, katalizy, elektrochemii, analityki środowiskowej. Laboratoria te są udostępniane studentom wykonującym prace dyplomowe.

Wszystkie opisane elementy infrastruktury wykorzystywane są w dydaktyce na prowadzonych przez Wydział kierunkach studiów.

Biblioteka Wydziału Chemii znajdująca się na parterze segmentu B budynku Wydziału przy ul. Gronostajowej 2 czynna jest od poniedziałku do piątku w godz. 9.00-18.45 (w okresie wakacyjnym czas pracy zostaje skrócony). W bibliotece Wydziału

Chemii znajdują się praktycznie wszystkie podręczniki i skrypty z przedmiotów kierunkowych potrzebne studentom chemii oraz nauk przyrodniczych. Księgozbiór zawiera pozycje z zakresu katalizy, technologii chemicznej, analityki środowiskowej, chemii środowiska, elektrochemii zapewniając dostęp do literatury dla potrzeb nowego kierunku. Istnieje możliwość korzystania z komfortowej czytelni ze swobodnym dostępem do regałów. Biblioteka Wydziału jest włączona w ogólnopolski zautomatyzowany system biblioteczny VTLS. Obecnie wykorzystuje się nowszą wersję tego systemu o nazwie Virtua. Liczba opisów (rekordów egzemplarzy) wynosi ok. 27000. Czyelnicy Biblioteki mogą korzystać z najważniejszych dla naukowców i studentów baz danych z zakresu chemii, nauk ścisłych i przyrodniczych: Chemical Abstracts na platformie SciFinder, Reaxys, Inspec, Science Citation Index, Scopus, Medline i innych. Biblioteka prenumeruje 11 tytułów czasopism polskich w tradycyjnej wersji drukowanej. Czasopisma zagraniczne dostępne są on-line w ramach prenumerat elektronicznych dostępnych dla UJ (m. in. Elsevier, Springer, Wiley) oraz konsorcjów, do których przystąpił UJ na wniosek Wydziału Chemii (RSC, ACS Journals) lub prenumerat zamawianych przez inne Wydziały (np. APS, AIP). Korzystający z biblioteki mają dostęp do Internetu z 7 stacji roboczych; mogą także wykorzystywać podłączenie własnego komputera do sieci Wi-Fi. Ponadto każdy student, podobnie jak pracownik, może korzystać z baz danych z dowolnego komputera poprzez ekstranet UJ. Powierzchnia pomieszczeń bibliotecznych wynosi 300 m<sup>2</sup>, liczba miejsc dla czytelników – 50.

# Program

## Podstawowe informacje

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| Klasyfikacja ISCED:                  | 0531     |
| Liczba semestrów:                    | 4        |
| Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: | magister |

## Opis realizacji programu:

Kursy obowiązkowe realizowane są głównie na pierwszym roku studiów. Oprócz przedmiotów obowiązkowych student realizuje na I i II roku zajęcia fakultatywne. Drugi rok studiów poświęcony jest w znacznej części na pracę badawczą w ramach pracowni magisterskiej. Zainteresowani studenci mają możliwość uczestniczenia w dodatkowych zajęciach przygotowujących do uzyskania uprawnień do nauczania chemii.

## Liczba punktów ECTS

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| konieczna do ukończenia studiów                                                                                   | 120 |
| w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia | 65  |
| którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauki języków obcych                                          | 4   |
| którą student musi uzyskać w ramach modułów realizowanych w formie fakultatywnej                                  | 64  |
| którą student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych                                                            |     |
| którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych                   | 5   |

## Liczba godzin zajęć

Łączna liczba godzin zajęć: 1467

## Praktyki zawodowe

### Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych

Praktyka nie jest przewidziana programem studiów.

## Ukończenie studiów



## **Wymogi związane z ukończeniem studiów (praca dyplomowa/egzamin dyplomowy/inne)**

1. Warunkiem ukończenia studiów jest uzyskanie zaliczenia wszystkich kursów, złożenie pracy dyplomowej, oraz uzyskanie z niej i z ustnego egzaminu dyplomowego pozytywnej oceny.
2. Praca dyplomowa jest samodzielnym opracowaniem określonego zagadnienia naukowego prezentującym ogólną wiedzę i umiejętności studenta związane z danym kierunkiem studiów, poziomem i profilem kształcenia oraz umiejętności samodzielnego analizowania i wnioskowania.
3. Praca dyplomowa składana jest w formie pisemnej.

## Efekty uczenia się

### Wiedza

| Kod        | Treść                                                                                                                                                                                                                                                                            | PRK           |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| CZR_K2_W01 | Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie z zakresu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych pozwalającą na ocenę zagrożeń środowiskowych i społecznych związanych z działalnością przemysłową i gospodarczą | P7U_W, P7S_WG |
| CZR_K2_W02 | Absolwent zna i rozumie zjawiska i fakty związane z kierunkami transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej uwzględniającej osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju                                                                                                   | P7U_W, P7S_WG |
| CZR_K2_W03 | Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu metody monitoringu środowiskowego, w szczególności w odniesieniu do stosowanych metod fizykochemicznych                                                                                                                            | P7U_W, P7S_WG |
| CZR_K2_W04 | Absolwent zna i rozumie zagadnienia związane z głównymi technologiami chemicznymi, potrafi krytycznie ocenić ich wpływ na środowisko oraz zapotrzebowanie na surowce i energię                                                                                                   | P7U_W, P7S_WG |
| CZR_K2_W05 | Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia w zakresie stosowania surowców odnawialnych w przemyśle i energetyce                                                                                                                                                   | P7U_W, P7S_WG |
| CZR_K2_W06 | Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia w zakresie produkcji, magazynowania oraz zrównoważonego wykorzystania energii                                                                                                                                          | P7U_W, P7S_WG |
| CZR_K2_W07 | Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia w zakresie syntezy materiałów funkcjonalnych dla zrównoważonych procesów środowiskowych                                                                                                                                | P7S_WG        |
| CZR_K2_W08 | Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia w zakresie stosowania zaawansowanych metod fizykochemicznych i obliczeniowych w badaniach materiałów funkcjonalnych                                                                                                    | P7S_WG        |
| CZR_K2_W09 | Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia w zakresie podstawowych procesów biotechnologicznych i rozumie ich znaczenie dla zrównoważonego rozwoju społecznego i gospodarczego                                                                                    | P7S_WG        |
| CZR_K2_W10 | Absolwent zna i rozumie zagadnienia z zakresu gospodarki odpadami, gospodarki o obiegu zamkniętym oraz zagadnień klimatycznych                                                                                                                                                   | P7S_WG        |
| CZR_K2_W11 | Absolwent zna i rozumie zagadnienia z zakresu BHP oraz odpowiednie regulacje prawne umożliwiające stosowanie nabytej wiedzy w pracy zawodowej                                                                                                                                    | P7S_WK        |
| CZR_K2_W12 | Absolwent zna i rozumie zagadnienia dotyczące uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną                                                                                                                                                  | P7S_WK        |
| CZR_K2_W13 | Absolwent zna i rozumie pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej, prawa autorskiego i zarządzania zasobami własności intelektualnej oraz zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości proekologicznej                                             | P7S_WK        |
| CZR_K2_W14 | Absolwent zna i rozumie dylematy współczesnej cywilizacji w kontekście zrównoważonego rozwoju                                                                                                                                                                                    | P7S_WK        |

### Umiejętności

| Kod        | Treść                                                                                                                                                                                                                                                                | PRK                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| CZR_K2_U01 | Absolwent potrafi w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej  | P7S_UW                       |
| CZR_K2_U02 | Absolwent potrafi samodzielnie planować i wykonywać prace badawcze, w tym z użyciem zaawansowanych metod eksperymentalnych oraz krytycznie ocenić wyniki przeprowadzonych badań                                                                                      | P7S_UW,<br>P7S_UU            |
| CZR_K2_U03 | Absolwent potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanej prezentacji lub sprawozdania, zawierających opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie dla spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju | P7S_UK,<br>P7S_UW,<br>P7S_UU |
| CZR_K2_U04 | Absolwent potrafi ocenić rolę nowoczesnych technologii próśrodowiskowych i energetycznych dla osiągnięcia kryteriów zrównoważonego rozwoju                                                                                                                           | P7S_UW                       |
| CZR_K2_U05 | Absolwent potrafi przeprowadzić zaawansowane analizy środowiskowe i na tej podstawie określić potencjalne zagrożenia środowiska naturalnego                                                                                                                          | P7S_UW                       |
| CZR_K2_U06 | Absolwent potrafi odnieść zdobytą wiedzę do pokrewnych dyscyplin naukowych oraz pracować w zespołach interdyscyplinarnych                                                                                                                                            | P7U_U, P7S_UW,<br>P7S_UU     |
| CZR_K2_U07 | Absolwent potrafi posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2+, w tym językiem specjalistycznym w dziedzinach związanych ze zrównoważonym rozwojem                                                                                                             | P7S_UK                       |
| CZR_K2_U08 | Absolwent potrafi stosować wybrane metody obliczeniowe do modelowania materiałów funkcjonalnych                                                                                                                                                                      | P7S_UW                       |
| CZR_K2_U09 | Absolwent potrafi określić kierunki dalszego uczenia się, rozumie konieczność samokształcenia i potrafi planować i realizować własne uczenie się przez całe życie jak również ukierunkowywać innych w tym zakresie                                                   | P7U_U, P7S_UU                |
| CZR_K2_U10 | Absolwent potrafi pracować w zespole, pełnić w nim różne funkcje (w tym kierownicze) i jest świadomy odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania związane z pracą zespołową                                                                                    | P7U_U, P7S_UO                |
| CZR_K2_U11 | Absolwent potrafi formułować opinie dotyczące kwestii zawodowych oraz argumentować na ich rzecz zarówno w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów                                                                                                              | P7U_U, P7S_UU                |

## Kompetencje społeczne

| Kod        | Treść                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | PRK                       |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| CZR_K2_K01 | Absolwent jest gotów do wykonywania obowiązków zawodowych z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością                                                                                                                                                                                                  | P7U_K, P7S_KK,<br>P7S_KR  |
| CZR_K2_K02 | Absolwent jest gotów do wykazywania odpowiedzialności w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych, ponadto jest świadomy zagrożeń związanych z wykonywaną pracą badawczą i zawodową, przygotowany do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej oraz zasad BHP w środowisku pracy | P7S_KR, P7S_KO,<br>P7S_KK |
| CZR_K2_K03 | Absolwent jest gotów do przestrzegania i współtworzenia etosu badacza, poszanowania własności intelektualnej i świadomego odgrywania roli w środowisku zawodowym i społecznym                                                                                                                                      | P7U_K, P7S_KO,<br>P7S_KK  |
| CZR_K2_K04 | Absolwent jest gotów do stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnianiem opinii ekspertów, w zakresie oceny szans i zagrożeń dotyczących transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej                                                                                                                  | P7S_KR, P7S_KO,<br>P7S_KK |
| CZR_K2_K05 | Absolwent jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy z uwzględnieniem różnorodnych aspektów zrównoważonego rozwoju                                                                                                                                                                                | P7S_KO, P7S_KK            |

| <b>Kod</b>        | <b>Treść</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>PRK</b>               |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>CZR_K2_K06</b> | Absolwent jest gotów do praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty                                                                    | P7U_K, P7S_KO,<br>P7S_KK |
| <b>CZR_K2_K07</b> | Absolwent jest gotów do realnego wypełniania zobowiązań społecznych, podejmowania inicjatyw i uczestniczenia w działaniach na rzecz społeczeństwa, w szczególności w odniesieniu do problemów zrównoważonego rozwoju | P7U_K, P7S_KO,<br>P7S_KR |

# Plany studiów

Oprócz przedmiotów obowiązkowych student realizuje na I i II roku zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych w sumie za 11 punktów ECTS. Dwa spośród fakultatywnych kursów kierunkowych muszą być zakończone egzaminem w tym, co najmniej jeden 30 godzinny kurs za 3 punkty ECTS w języku angielskim.

Dodatkowo w całym okresie studiów student musi uzyskać nie mniej niż 5 punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych i/lub nauk społecznych, z czego 3 punkty ECTS student uzyskuje w ramach przedmiotów obowiązkowych (Zarządzanie zrównoważonym rozwojem - 2 ECTS oraz Ochrona własności intelektualnej II - 1 ECTS). Dwa dodatkowe punkty ECTS student zobowiązany jest uzyskać w ramach przedmiotów fakultatywnych z grupy kursów humanistyczno-społecznych. Do zaliczenia I roku student zobowiązany jest uzyskać 5 punktów ECTS z grupy fakultatywnych kursów kierunkowych. Nadwyżka punktów uzyskana w ramach przedmiotów fakultatywnych z grupy kursów kierunkowych i/lub humanistyczno-społecznych zostaje zaliczona na poczet II roku studiów.

Za zgodą dziekana student może realizować przedmioty fakultatywne zgodne z tematyką studiów oraz przedmioty fakultatywne z grupy kursów humanistyczno-społecznych spoza powyższego katalogu. Kurs fakultatywny „Modelowanie molekularne materiałów - konwersatorium” jest kursem sugerowanym dla studentów chcących realizować projekt badawczy i/lub pracę magisterską w zakresie modelowania/chemii teoretycznej.

## Semestr 1

| Przedmiot                                                                                                                    | Liczba godzin | Punkty ECTS | Forma weryfikacji   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------------|---|
| Szkolenie BHK                                                                                                                | 4             | -           | zaliczenie          | O |
| Metody spektroskopowe                                                                                                        | 32            | 3,0         | egzamin             | O |
| Metody spektroskopowe - laboratorium                                                                                         | 45            | 4,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Analiza strukturalna z krystalochemią                                                                                        | 30            | 3,0         | egzamin             | O |
| Analiza strukturalna z krystalochemią - laboratorium                                                                         | 30            | 2,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Statystyczna i chemometryczna analiza danych                                                                                 | 30            | 2,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Analityka dla zrównoważonego rozwoju                                                                                         | 40            | 3,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Zielone technologie chemiczne                                                                                                | 40            | 3,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Zrównoważone technologie dla energetyki                                                                                      | 40            | 3,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Modelowanie molekularne materiałów                                                                                           | 45            | 3,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Język angielski                                                                                                              | 30            | 2,0         | zaliczenie na ocenę | O |
| Zajęcia fakultatywne z grupy humanistyczno-społecznej                                                                        |               |             |                     | O |
| Student zobowiązany jest uzyskać 2 punkty ECTS w ramach przedmiotów fakultatywnych z grupy kursów humanistyczno-społecznych. |               |             |                     |   |
| Zrównoważony rozwój - fakty i mity                                                                                           | 15            | 1,0         | zaliczenie na ocenę | F |
| Zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych                                                                             |               |             |                     | O |

| <b>Przedmiot</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Liczba godzin</b> | <b>Punkty ECTS</b> | <b>Forma weryfikacji</b> |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Student realizuje na I i II roku zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych w sumie za 11 punktów ECTS. Dwa spośród fakultatywnych kursów kierunkowych muszą być zakończone egzaminem w tym, co najmniej jeden 30 godzinny kurs za 3 punkty ECTS w języku angielskim. |                      |                    |                          |   |
| Smart materials                                                                                                                                                                                                                                                             | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Challenges of Modern Chemistry: Emerging Contaminants                                                                                                                                                                                                                       | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Modelowanie molekularne materiałów - konwersatorium                                                                                                                                                                                                                         | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Techniki elektrochemiczne w badaniach materiałowych i środowiskowych                                                                                                                                                                                                        | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Komercyjne akumulatory litowo-jonowe: budowa-testowanie-<br>utyliczacja                                                                                                                                                                                                     | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Projektowanie i druk 3D                                                                                                                                                                                                                                                     | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |

## Semestr 2

| <b>Przedmiot</b>                                                                                                             | <b>Liczba godzin</b> | <b>Punkty ECTS</b> | <b>Forma weryfikacji</b> |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Projekt badawczy                                                                                                             | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Projekt badawczy - laboratorium                                                                                              | 60                   | 5,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Analityka dla zrównoważonego rozwoju - laboratorium                                                                          | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Molekularne aspekty katalizy                                                                                                 | 30                   | 3,0                | egzamin                  | O |
| Molekularne aspekty katalizy - laboratorium                                                                                  | 60                   | 4,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Praktyczne aspekty zrównoważonego rozwoju                                                                                    | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Praktyczne aspekty zrównoważonego rozwoju - warsztaty                                                                        | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Biotechnologia przemysłowa                                                                                                   | 60                   | 4,0                | egzamin                  | O |
| Zarządzanie zrównoważonym rozwojem                                                                                           | 20                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Gospodarka o obiegu zamkniętym                                                                                               | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Ochrona własności intelektualnej II                                                                                          | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Język angielski                                                                                                              | 30                   | 2,0                | egzamin                  | O |
| Zajęcia fakultatywne z grupy humanistyczno-społecznej                                                                        |                      |                    |                          | O |
| Student zobowiązany jest uzyskać 2 punkty ECTS w ramach przedmiotów fakultatywnych z grupy kursów humanistyczno-społecznych. |                      |                    |                          |   |

| <b>Przedmiot</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Liczba godzin</b> | <b>Punkty ECTS</b> | <b>Forma weryfikacji</b> |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Absolwent na rynku pracy                                                                                                                                                                                                                                                    | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Zarządzanie w praktyce A                                                                                                                                                                                                                                                    | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Zarządzanie w praktyce B                                                                                                                                                                                                                                                    | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Umiejętności interpersonalne                                                                                                                                                                                                                                                | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych                                                                                                                                                                                                                            |                      |                    |                          | O |
| Student realizuje na I i II roku zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych w sumie za 11 punktów ECTS. Dwa spośród fakultatywnych kursów kierunkowych muszą być zakończone egzaminem w tym, co najmniej jeden 30 godzinny kurs za 3 punkty ECTS w języku angielskim. |                      |                    |                          |   |
| Micro- and nanoscopy for sensing of materials and chemical reactions                                                                                                                                                                                                        | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Optymalizacja badań w chemii                                                                                                                                                                                                                                                | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Spektroskopowa analiza in situ biomateriałów                                                                                                                                                                                                                                | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Spektroskopie chiralooptyczne w badaniach materiałów funkcjonalnych                                                                                                                                                                                                         | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Spektroskopia ramanowska w analizie materiałów kompozytowych i nanomateriałów dla zrównoważonego rozwoju                                                                                                                                                                    | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Mikroporowate materiały w chemii zrównoważonego rozwoju                                                                                                                                                                                                                     | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Synteza katalizatorów i sorbentów                                                                                                                                                                                                                                           | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |

Oprócz przedmiotów obowiązkowych student realizuje na I i II roku zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych w sumie za 11 punktów ECTS. Dwa spośród fakultatywnych kursów kierunkowych muszą być zakończone egzaminem w tym, co najmniej jeden 30 godzinny kurs za 3 punkty ECTS w języku angielskim.

Dodatkowo w całym okresie studiów student musi uzyskać nie mniej niż 5 punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych i/lub nauk społecznych, z czego 3 punkty ECTS student uzyskuje w ramach przedmiotów obowiązkowych (Zarządzanie zrównoważonym rozwojem - 2 ECTS oraz Ochrona własności intelektualnej II - 1 ECTS). Dwa dodatkowe punkty ECTS student zobowiązany jest uzyskać w ramach przedmiotów fakultatywnych z grupy kursów humanistyczno-społecznych. Za zgodą dziekana student może realizować przedmioty fakultatywne zgodne z tematyką studiów oraz przedmioty fakultatywne z grupy kursów humanistyczno-społecznych spoza powyższego katalogu. Kurs fakultatywny „Modelowanie molekularne materiałów - konwersatorium” jest kursem sugerowanym dla studentów chcących realizować projekt badawczy i/lub pracę magisterską w zakresie modelowania/chemii teoretycznej.

## Semestr 3

| <b>Przedmiot</b>                 | <b>Liczba godzin</b> | <b>Punkty ECTS</b> | <b>Forma weryfikacji</b> |   |
|----------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Konteksty zrównoważonego rozwoju | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Seminarium magisterskie          | 30                   | -                  | -                        | O |
| Pracownia magisterska            | 200                  | -                  | -                        | O |

| <b>Przedmiot</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Liczba godzin</b> | <b>Punkty ECTS</b> | <b>Forma weryfikacji</b> |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Zajęcia fakultatywne z grupy humanistyczno-społecznej                                                                                                                                                                                                                       |                      |                    |                          | O |
| Student zobowiązany jest uzyskać 2 punkty ECTS w ramach przedmiotów fakultatywnych z grupy kursów humanistyczno-społecznych.                                                                                                                                                |                      |                    |                          |   |
| Zrównoważony rozwój - fakty i mity                                                                                                                                                                                                                                          | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Edukacja dla zrównoważonego rozwoju                                                                                                                                                                                                                                         | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych                                                                                                                                                                                                                            |                      |                    |                          | O |
| Student realizuje na I i II roku zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych w sumie za 11 punktów ECTS. Dwa spośród fakultatywnych kursów kierunkowych muszą być zakończone egzaminem w tym, co najmniej jeden 30 godzinny kurs za 3 punkty ECTS w języku angielskim. |                      |                    |                          |   |
| Smart materials                                                                                                                                                                                                                                                             | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Materials and catalysts for sustainable technologies                                                                                                                                                                                                                        | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Challenges of Modern Chemistry: Emerging Contaminants                                                                                                                                                                                                                       | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Techniki elektrochemiczne w badaniach materiałowych i środowiskowych                                                                                                                                                                                                        | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Fotoelektrochemia półprzewodników z elementami fotowoltaiki                                                                                                                                                                                                                 | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Komercyjne akumulatory litowo-jonowe: budowa-testowanie-utyliczacja                                                                                                                                                                                                         | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Projektowanie i druk 3D                                                                                                                                                                                                                                                     | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |

## Semestr 4

| <b>Przedmiot</b>                                                                                                             | <b>Liczba godzin</b> | <b>Punkty ECTS</b> | <b>Forma weryfikacji</b> |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Seminarium magisterskie                                                                                                      | 30                   | 4,0                | zaliczenie na ocenę      | O |
| Pracownia magisterska                                                                                                        | 300                  | 46,0               | zaliczenie na ocenę      | O |
| Zajęcia fakultatywne z grupy humanistyczno-społecznej                                                                        |                      |                    |                          | O |
| Student zobowiązany jest uzyskać 2 punkty ECTS w ramach przedmiotów fakultatywnych z grupy kursów humanistyczno-społecznych. |                      |                    |                          |   |
| Absolwent na rynku pracy                                                                                                     | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Zarządzanie w praktyce A                                                                                                     | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Zarządzanie w praktyce B                                                                                                     | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Umiejętności interpersonalne                                                                                                 | 30                   | 2,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych                                                                             |                      |                    |                          | O |



| <b>Przedmiot</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Liczba godzin</b> | <b>Punkty ECTS</b> | <b>Forma weryfikacji</b> |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Student realizuje na I i II roku zajęcia fakultatywne z grupy kursów kierunkowych w sumie za 11 punktów ECTS. Dwa spośród fakultatywnych kursów kierunkowych muszą być zakończone egzaminem w tym, co najmniej jeden 30 godzinny kurs za 3 punkty ECTS w języku angielskim. |                      |                    |                          |   |
| Micro- and nanoscopy for sensing of materials and chemical reactions                                                                                                                                                                                                        | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Optymalizacja badań w chemii                                                                                                                                                                                                                                                | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Spektroskopowa analiza in situ biomateriałów                                                                                                                                                                                                                                | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Spektroskopie chiralooptyczne w badaniach materiałów funkcjonalnych                                                                                                                                                                                                         | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |
| Spektroskopia ramanowska w analizie materiałów kompozytowych i nanomateriałów dla zrównoważonego rozwoju                                                                                                                                                                    | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Mikroporowate materiały w chemii zrównoważonego rozwoju                                                                                                                                                                                                                     | 15                   | 1,0                | zaliczenie na ocenę      | F |
| Synteza katalizatorów i sorbentów                                                                                                                                                                                                                                           | 30                   | 3,0                | egzamin                  | F |

*O - obowiązkowy*  
*F - fakultatywny*

# Sylabusy

## Metody spektroskopowe

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b365b42.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                           |                                                                                                                                           |                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 1 | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 32</p> | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta wiedzy o teoretycznych podstawach metod spektroskopowych stosowanych w naukach ścisłych oraz przykładach ich zastosowań do badań próbek ciał stałych |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                                                               | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                                                                 |                               |                    |
| W1                                     | podstawy fizyko-chemiczne metod spektroskopowych, terminologię i zjawiska związane z metodami spektroskopowymi; | CZR_K2_W01                    | egzamin            |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |         |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| W2                                                      | zastosowanie metod spektroskopii do właściwości fizyko-chemicznych badanych układów oraz technologii, w których są one wykorzystywane;                                                                                                             | CZR_K2_W04 | egzamin |
| W3                                                      | przykłady wykorzystania wybranych metod analizy spektroskopowej stosowanych w analityce i monitoringu środowiska;                                                                                                                                  | CZR_K2_W03 | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |         |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej; | CZR_K2_U01 | egzamin |
| U2                                                      | uzasadnić wybór zaawansowanej analizy spektroskopowej w kontekście oceny wpływu badanego czynnika na środowisko naturalne;                                                                                                                         | CZR_K2_U05 | egzamin |
| U3                                                      | formułować opinie dotyczące doboru, zastosowania, możliwości analitycznej metody spektroskopowej oraz argumentować na ich rzecz;                                                                                                                   | CZR_K2_U06 | egzamin |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |         |
| K1                                                      | stałego poszerzania wiedzy oraz krytycznego wyszukiwania i selekcjonowania informacji z zakresu metod spektroskopowych w celu umiejętności ich stosowania w badaniach o charakterze interdyscyplinarnym.                                           | CZR_K2_K04 | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                                      | 32                                                                  |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 25                                                                  |                    |
| uczestnictwo w egzaminie                                    | 3                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>32                                          | <b>ECTS</b><br>1.1 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|-----|-------------------|-----------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1. | Elementy teorii grup do opisu widm spektroskopowych. Natura promieniowania elektromagnetycznego i jego oddziaływanie z cząsteczką. Poziomy energetyczne, procesy absorpcji, emisji i rozpraszania i ich prawdopodobieństwo. Korelacja pomiędzy właściwościami światła a energią przejścia. Moment dipolowy przejścia. Diagram Jabłońskiego – korelacja przejść pomiędzy różnymi poziomami. Korelacja przejścia energetycznego z parametrami widma. Typy metod spektroskopowych i charakterystyka widm (przykłady widm IR, RS, UV-VIS, absorpcja/emisja). Analiza kształtu pasma.                                                                                                                                                                                                                                   | W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1 |
| 2. | Podstawy spektroskopii IR. Współczynnik absorpcji. Równanie Lamberta-Beera. Techniki spektroskopowe IR (FT, ATR, DRIFT, PAS, IRRAS). Częstości grupowe. Oddziaływanie cząsteczki z powierzchnią ciała stałego, zmiana częstości pasma związana z adsorpcją. Badania in situ oraz operando. Pomiar ilościowy IR. Spektroskopia czasowo- rozdzielcza (rapid scan i step scan). Spektroskopia korelacyjna 2D. Podstawy spektroskopii rozproszenia ramanowskiego. Efekt rezonansowy. Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana. RS w badaniach katalitycznych. Spektroskopia IR i spektroskopia Ramana jako metody komplementarne. Obrazowanie.                                                                                                                                                                   | W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1 |
| 3. | Podstawy spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR) oraz elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR). Doświadczenie Sterna-Gerlacha, moment pędu, moment magnetyczny, właściwości jąder atomowych, właściwości elektronu, spin jądrowy i elektronowy, równania Blocha, częstość Larmora, przesunięcie chemiczne, ekranowanie jąder przez elektrony, sprzężenie spinowo-spinowe, rozszczepienie multipletowe, multipletowość sygnałów, widma NMR próbek stałych, rodzaje centrów paramagnetycznych, zjawisko rezonansu EPR, czynnik g, rozszczepienie nadsubtelne, widma izotropowe i anizotropowe, pomiary ilościowe, techniki pomiaru widm EPR.                                                                                                                                                    | W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1 |
| 4. | Podstawy spektroskopii elektronowej – zasada Francka-Condon, widma absorpcyjne/emisyjne, przesunięcie Stokesa, przejścia typu d-d, CT. Spektroskopia UV-vis absorpcyjna (w trybie transmisyjnym i odbiciowym) i emisyjna oraz komplementarność tych metod. Cechy charakterystyczne widm różnych materiałów – gazów, cieczy i ciał stałych. Techniki specjalne – techniki czasowo rozdzielcze, techniki spektroelektrochemiczne. Zarys spektroskopii fotoelektronów w zakresie rentgenowskim (XPS), spektroskopii fotoelektronów w zakresie promieniowania nadfioletowego (UPS), spektroskopii rentgenowskiej z dyspersją energetyczną (EDX), rentgenowskiej spektroskopii fluorescencyjnej (XRF), spektroskopii strat energii elektronów (EELS), spektroskopii elektronów Augera (AES) i technik synchrotronowych. | W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

metody e-learningowe, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                   |
|--------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin          | Ocena końcowa z kursu jest oceną z egzaminu pisemnego przeprowadzonego po zakończeniu wykładów. |



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Metody spektroskopowe - laboratorium

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b3cf954.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 1 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>4.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>laboratoria: 30, seminarium: 15    |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami analizy spektroskopowej ciał stałych przy wykorzystaniu spektroskopii FT-IR, spektroskopii ramanowskiej, spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), fluorescencji rentgenowskiej (XRF), spektroskopii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego oraz spektroskopii UV-vis. |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | podstawy fizyko-chemiczne metod spektroskopowych, terminologię i zjawiska związane z metodami spektroskopowymi;                                                                                                                                                                                | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | zastosowanie metod spektroskopii do właściwości fizyko-chemicznych badanych układów oraz technologii, w których są one wykorzystywane;                                                                                                                                                         | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | wykorzystanie metod spektroskopii w samodzielnej pracy badawczej w odniesieniu do zagadnień klimatycznych oraz gospodarki o obiegu zamkniętym;                                                                                                                                                 | CZR_K2_W10 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu BHP oraz odpowiednie regulacje prawne umożliwiające stosowanie nabytej wiedzy w pracy zawodowej;                                                                                                                                                                         | CZR_K2_W11 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej;                                             | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | samodzielnie planować i wykonywać eksperyment spektroskopowy oraz krytycznie ocenić wyniki przeprowadzonych badań poprzez powiązanie odczytanych z widm parametrów spektroskopowych z właściwościami fizyko-chemicznymi badanych związków;                                                     | CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego sprawozdania zawierającego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie dla spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju;                                                            | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | przeprowadzić zaawansowane analizy środowiskowe i na tej podstawie określić potencjalne zagrożenia środowiska naturalnego;                                                                                                                                                                     | CZR_K2_U05 | zaliczenie na ocenę |
| U5                                                      | odnieść zdobytą wiedzę do pokrewnych dyscyplin naukowych oraz pracować w zespołach interdyscyplinarnych;                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_U06 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                     |
| K1                                                      | wykazania się odpowiedzialnością w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych, ponadto jest świadomy zagrożeń związanych z wykonywaną pracą badawczą i zawodową, przygotowany do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej oraz zasad BHP w środowisku pracy; | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | stałego poszerzania wiedzy oraz krytycznego wyszukiwania i selekcjonowania informacji z zakresu metod spektroskopowych w celu umiejętności ich stosowania w badaniach o charakterze interdyscyplinarnym;                                                                                       | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | podjęcia pracy indywidualnej jak i współpracy w grupie w celu rozwiązania postawionego problemu naukowo-badawczego z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością.                                                                                                                    | CZR_K2_K01 | zaliczenie na ocenę |

## Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| laboratoria                                                        | 30                                                                  |                    |
| seminarium                                                         | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć                                             | 25                                                                  |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 30                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>100                                         | <b>ECTS</b><br>4.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>45                                          | <b>ECTS</b><br>1.7 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Efekty uczenia się dla przedmiotu                     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1.  | <p>Laboratorium obejmuje wykonanie 8 ćwiczeń z zakresu technik spektroskopowych dedykowanych charakterystyce właściwości ciał stałych.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metody spektroskopowych dedykowane analizie składu chemicznego oraz fazowego, XRF, SEM wraz EDS</li> <li>2. Spektroskopia absorpcyjnej IR. Specjacja centrów - aspekt ilościowy i katalityczny</li> <li>3. Zastosowanie spektroskopii absorpcyjnej i emisyjnej w zakresie UV-vis do charakterystyki fotokatalizatorów półprzewodnikowych</li> <li>4. Spektroskopia normalnego efektu rozpraszania Ramana. Badania etapów syntezy katalizatora do bezpośredniego rozkładu tlenków azotu.</li> <li>5. Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia ramanowska (SERS)</li> <li>6. Spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR). Degradacja barwników jako modelowych zanieczyszczeń</li> <li>7. Spektroskopia rezonansu jądrowego (NMR). Aspekt ilościowy i jakościowy badań składu chemicznego zeolitów metodami <sup>29</sup>Si MAS NMR oraz <sup>27</sup>Al MAS NMR</li> </ol> <p>Udział w laboratoriach ma na celu zapoznanie się z podstawowymi rodzajami metod spektroskopowych w zakresie wykorzystania ich do charakterystyki procesów powierzchniowych. Student powinien zdobyć wiadomości i umiejętności w aspektach:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. znajomości zakresu stosowalności, zalety i wady danej spektroskopii do rozwiązywania problemów fizyko-chemicznych,</li> <li>2. opanowania technik przygotowania materiałów do badań spektroskopowych,</li> <li>3. umiejętności wskazania, które z metod spektroskopowych umożliwiają uzyskanie pożądaných informacji</li> <li>4. wykonania oraz zaplanowania prostego pomiaru spektroskopowego w oparciu o zasady BHP związane z jego wykonaniem,</li> <li>5. praktycznej analizy widm wraz ze zrozumieniem podstaw teoretycznych w interpretacji parametrów widma.</li> </ol> | <p>W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, U5, K1, K2, K3</p> |



## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne, seminarium

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                 |
|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| laboratoria  | zaliczenie na ocenę | ocena z laboratorium na podstawie punktów uzyskanych za sprawozdania (1/2 oceny z przedmiotu) |
| seminarium   | zaliczenie na ocenę | przygotowania do ćwiczeń (1/2 oceny z przedmiotu)                                             |



Analiza strukturalna z krystalochemią  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b44f4f4.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                    |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 1 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>egzamin | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 30             |                                   |

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Rozwinięcie wiedzy studenta w zakresie technik analizy strukturalnej                         |
| C2 | Uzyskanie przez studenta świadomości na tematy BHP związanej z promieniowaniem rentgenowskim |
| C3 | Przygotowanie studenta do pracy analitycznej w dziedzinach związanych z krystalochemią       |

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                                          |         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| W1                                                      | własności promieni X, synchrotrony, promieniowania neutronowego i elektronowego. Sposoby wytwarzania, detekcji, oddziaływania z materią. Zasady budowy aparatów do badań dyfrakcyjnych;                   | CZR_K2_W01                               | egzamin |
| W2                                                      | zasady badań strukturalnych, pomiaru dyfrakcyjnego. Problem fazowy.; metoda Pattersona, metody bezpośrednie, metoda podstawienia izomorficznego. Metoda 'charge flipping'. Zasady udokładniania struktur; | CZR_K2_W01                               | egzamin |
| W3                                                      | zasady dyfrakcji proszkowej, ograniczenia, perspektywy i znaczenie. Nowe metody badań strukturalnych z użyciem danych proszkowych. Metoda Rietvelda, zastosowania analityczne;                            | CZR_K2_W01                               | egzamin |
| W4                                                      | zagadnienia z krystalochemii. Główne typy struktur z uwagi na typy wiązań, własności strukturalne i fizykochemiczne;                                                                                      | CZR_K2_W01                               | egzamin |
| W5                                                      | zasady stosowania metod monitoringu środowiskowego, w szczególności w odniesieniu do metod dyfrakcyjnych;                                                                                                 | CZR_K2_W03                               | egzamin |
| W6                                                      | zagrożenia związane z pracą z promieniowaniem rentgenowskim, zna zasady bezpieczeństwa przy postępowaniu z tego typu aparaturą;                                                                           | CZR_K2_W11                               | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                           |                                          |         |
| U1                                                      | poprawnie ocenia możliwości i ograniczenia metod proszkowych. Potrafi dobrać warunki pomiaru i metodę badawczą do problemu analitycznego i strukturalnego;                                                | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | egzamin |
| U2                                                      | wskazać główne i istotne cechy struktury krystalicznej i jej relacje do najważniejszych materiałów o znaczeniu praktycznym;                                                                               | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | egzamin |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                           |                                          |         |
| K1                                                      | wykonywania obowiązków zawodowych z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością.                                                                                                                | CZR_K2_K01                               | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                                      | 30                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 30                                                                  |                    |
| uczestnictwo w egzaminie                                    | 2                                                                   |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 13                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                               | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Promienie X, synchrotrony, promieniowanie neutronowe i elektronowe, właściwości, wytwarzanie, detekcja, oddziaływanie z materią. Budowa aparatów do badań dyfrakcyjnych.                                        | W1, W6                            |
| 2.  | Badania strukturalne, pomiar dyfrakcyjny. Problem fazowy; metoda Pattersona, metody bezpośrednie, metoda podstawienia izomorficznego. Metoda 'charge flipping'. Udokładnianie struktur.                         | W2, W5                            |
| 3.  | Dyfrakcja proszkowa, ograniczenia, znaczenie. Nowe metody badań strukturalnych z użyciem danych proszkowych. Metoda Rietvelda, zastosowania analityczne.                                                        | W3, U1                            |
| 4.  | Krystalochemia. Główne typy struktur z uwagi na typy wiązań, własności strukturalne.                                                                                                                            | W4, U2                            |
| 5.  | Analiza krystalochemiczna wyników badań strukturalnych. Walidacja struktur krystalicznych. Tablice międzynarodowe jako źródło informacji. Transformata Fouriera w prostych przypadkach jedno- i dwuwymiarowych. | W1, W2, W3, W4, U1, U2, K1        |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                          |
|--------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin          | Pozytywny wynik egzaminu (test + zadanie problemowe). Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie laboratorium. |

Analiza strukturalna z krystalochemią - laboratorium  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b4b7574.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                |                                           |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 1</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>konwersatorium: 15, laboratoria: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>2.0</p> |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Rozwinięcie wiedzy studenta w zakresie technik analizy strukturalnej                                                                   |
| C2 | Uzyskanie przez studenta świadomości na tematy BHP związanej z promieniowaniem rentgenowskim                                           |
| C3 | Przygotowanie studenta do pracy analitycznej w dziedzinach związanych z krystalochemią                                                 |
| C4 | Rozwinięcie u studenta zdolności analitycznych, umiejętności rozwiązywania problemów i prowadzenia obliczeń z dziedziny krystalografii |
| C5 | Rozwinięcie zdolności manualnych studenta związanych z przygotowaniem preparatów do pomiarów dyfrakcyjnych                             |

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                                     | Efekty w zakresie                                                                                                                                                                                         | Kierunkowe efekty uczenia się            | Metody weryfikacji  |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                                                                                                                           |                                          |                     |
| W1                                                      | zasady badań strukturalnych, pomiaru dyfrakcyjnego. Problem fazowy.; metoda Pattersona, metody bezpośrednie, metoda podstawienia izomorficznego. Metoda 'charge flipping'. Zasady udokładniania struktur; | CZR_K2_W01                               | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | zasady dyfrakcji proszkowej, ograniczenia, perspektywy i znaczenie. Nowe metody badań strukturalnych z użyciem danych proszkowych. Metoda Rietvelda, zastosowania analityczne;                            | CZR_K2_W01                               | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zasady stosowania metod monitoringu środowiskowego, w szczególności w odniesieniu do metod dyfrakcyjnych;                                                                                                 | CZR_K2_W03                               | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagrożenia związane z pracą z promieniowaniem rentgenowskim, zna zasady bezpieczeństwa przy postępowaniu z tego typu aparaturą;                                                                           | CZR_K2_W11                               | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                           |                                          |                     |
| U1                                                      | dobrać typ promieniowania i aparatu dyfrakcyjnego do problemu badawczego;                                                                                                                                 | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | zaplanować pomiar dyfrakcyjny. Zaplanować sposób rozwiązania problemu fazowego, wskazać powody ograniczeń i niepowodzeń. Potrafi ocenić stan procesu udokładniania struktur;                              | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | poprawnie ocenić możliwości i ograniczenia metod proszkowych. Potrafi dobrać warunki pomiaru i metodę badawczą do problemu analitycznego i strukturalnego;                                                | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | wskazać główne i istotne cechy struktury krystalicznej i jej relacje do najważniejszych materiałów o znaczeniu praktycznym;                                                                               | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U5                                                      | przeanalizować przebieg i ocenić poprawność procesu rozwiązywania i udokładniania struktury na podstawie publikacji, lub eksperymentów własnych;                                                          | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                           |                                          |                     |
| K1                                                      | wykonywania obowiązków zawodowych z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością.                                                                                                                | CZR_K2_K01                               | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| konwersatorium            | 15                                                                  |
| laboratoria               | 15                                                                  |
| przygotowanie raportu     | 10                                                                  |

|                                                                    |                            |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| przygotowanie do zajęć                                             | 10                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>50 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>30 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>15 | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Promienie X, synchrotrony, promieniowanie neutronowe i elektronowe, właściwości, wytwarzanie, detekcja, oddziaływanie z materią. Budowa aparatów do badań dyfrakcyjnych.                                                                                                                                                                                        | W1, W2, W4, U1                    |
| 2.  | Badania strukturalne, pomiar dyfrakcyjny. Problem fazowy; metoda Pattersona, metody bezpośrednie, metoda podstawienia izomorficznego. Metoda 'charge flipping'. Udokładnianie struktur.                                                                                                                                                                         | W1, W4, U2                        |
| 3.  | Dyfrakcja proszkowa, ograniczenia, znaczenie. Nowe metody badań strukturalnych z użyciem danych proszkowych. Metoda Rietvelda, zastosowania analityczne.                                                                                                                                                                                                        | W2, W3, W4, U3                    |
| 4.  | Krystalochemia. Główne typy struktur z uwagi na typy wiązań, własności strukturalne.                                                                                                                                                                                                                                                                            | U4                                |
| 5.  | Przygotowanie i analiza badań dyfrakcyjnych. Analiza krystalochemiczna wyników badań strukturalnych. Walidacja struktur krystalicznych. Tablice międzynarodowe jako źródło informacji. Transformata Fouriera w prostych przypadkach jedno- i dwuwymiarowych. Udokładnianie struktur metodą Rietvelda, monitorowanie zmian fazowych metodą dyfrakcji proszkowej. | W1, W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1    |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konwersatorium, praca z komputerem, ćwiczenia laboratoryjne

| Rodzaj zajęć   | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                   |
|----------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| konwersatorium | zaliczenie na ocenę | Kolokwium zaliczeniowe (1/2 oceny z przedmiotu) |
| laboratoria    | zaliczenie na ocenę | Zaliczenie raportów (1/2 oceny z przedmiotu)    |

Statystyczna i chemometryczna analiza danych  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b52ab4a.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                            |                                           |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 1</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>seminarium: 15, laboratoria: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>2.0</p> |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest zaznajomienie studenta z technikami analizy danych bazującymi na statystyce, chemometrii, metodach przetwarzania sygnału analitycznego oraz wykorzystaniem programów komputerowych do opracowania danych z pomiarów analitycznych. |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |



|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                     |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| W1                                                      | zasadę wybranych metod statystycznych i chemometrycznych, w szczególności z zakresu analizy podobieństwa (analiza skupień) oraz metod umożliwiających redukcję wymiarowości wielowymiarowej analizie danych i wizualizację struktury takich danych (metoda głównych składowych), oraz zakresu opracowania danych pomiarowych, testowania hipotez, analizy wariancji i planowania doświadczeń; | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W08                | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | metody statystyczne i chemometryczne przydatne w rozwiązywaniu problemów z zakresu chemii i monitoringu środowiska oraz planowaniu procesów technologicznych oraz biotechnologicznych;                                                                                                                                                                                                        | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W03,<br>CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                     |
| U1                                                      | wykorzystać oprogramowanie komputerowe do analizy wyników pomiarowych, przeprowadzenia analiz statystycznych i chemometrycznych;                                                                                                                                                                                                                                                              | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02                | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | stosować podstawowe techniki chemometryczne w analizie wyników badań;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CZR_K2_U02                               | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | przedstawić zagadnienia z zakresu statystyki, chemometrii i analizy danych z zakresu chemii medycznej i analitycznej specjalistom i niespecjalistom;                                                                                                                                                                                                                                          | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | zastosować narzędzia statystyczne i chemometryczne w planowaniu doświadczeń oraz interpretacji wyników pomiarowych;                                                                                                                                                                                                                                                                           | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02                | zaliczenie na ocenę |
| U5                                                      | współpracować z grupą i organizować pracę przy realizacji zadań;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CZR_K2_U10                               | zaliczenie na ocenę |
| U6                                                      | samodzielnie poszerzać własną wiedzę z zakresu chemometrii, statystyki i metod opracowania pomiarów;                                                                                                                                                                                                                                                                                          | CZR_K2_U09                               | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                     |
| K1                                                      | odpowiedzialnego planowania badań eksperymentalnych oraz analizy wyników badań z wykorzystaniem narzędzi statystycznych i chemometrycznych;                                                                                                                                                                                                                                                   | CZR_K2_K02                               | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania wiedzy i umiejętności opracowywania danych eksperymentalnych z wykorzystaniem odpowiedniego oprogramowania komputerowego.                                                                                                                                                                                                                          | CZR_K2_K06                               | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| seminarium                | 15                                                                  |
| laboratoria               | 15                                                                  |
| przygotowanie raportu     | 10                                                                  |

|                                                                    |                            |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| przygotowanie do zajęć                                             | 10                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>50 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>30 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>15 | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Efekty uczenia się dla przedmiotu  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.  | Seminarium. Przygotowanie i wygłoszenie przez studenta referatu (referatów) na temat z zakresy chemometrii, wybrany spośród oferowanych przez prowadzącego zajęcia. Ocena indywidualna na podstawie jakości referatu i aktywności w dyskusji merytorycznej. Tematyka: 1) Excel dla chemików - przydatne funkcje i możliwości Statistica - struktura pakietu i podstawowe możliwości, statystyka opisowa; 2) Analiza wariancji; 3) Testowanie hipotez statystycznych; 4) Analiza podobieństwa, Podobieństwo wielowymiarowe, podobieństwo cech, podobieństwo próbek; 5) Analiza składowych głównych 6) Analiza skupień; 7) Planowanie doświadczeń z wykorzystaniem planów doświadczalnych, 8) Regresja liniowa i nieliniowa | W1, W2, U1, U2, U3, U4, U6, K1     |
| 2.  | Laboratorium: Wykonanie zadań i rozwiązanie postawionych problemów statystycznych i chemometrycznych w formie projektu z wykorzystaniem: pakietu do analizy statystycznej Statistica: statystyka opisowa, testowanie hipotez statystycznych, analiza wariancji, modelowanie liniowe i nieliniowe, analizy wielowymiarowe, planowanie doświadczeń oraz oprogramowania Origin: regresja liniowa i nieliniowa, przetwarzanie sygnału analitycznego                                                                                                                                                                                                                                                                           | W1, W2, U1, U2, U4, U5, U6, K1, K2 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia laboratoryjne, wykład z prezentacją multimedialną, seminarium

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                          |
|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| seminarium   | zaliczenie na ocenę | Wygłoszenie prezentacji na zadany temat, aktywny udział w dyskusji i umiejętność odpowiedzi na pytania |
| laboratoria  | zaliczenie na ocenę | Przygotowanie raportów z wykonanych zadań, wg wskazań prowadzącego, wykonanie projektu w grupie        |



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Analityka dla zrównoważonego rozwoju Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b586a03.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 1 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 30, seminarium: 10         |                                   |

### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami przygotowania próbek do analizy z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej; z podstawami fizykochemicznymi wybranych metod analizy instrumentalnej; z zakresem zastosowań metod analitycznych w różnych dziedzinach nauki i w praktyce; z zagadnieniami bioanalizy i immunoanalizy, analizy specjacyjnej, monitoringu środowiska, analizy procesowej, z najważniejszymi pojęciami charakteryzującymi jakość metod analitycznych; z literaturą fachową w celu dobrania metody do rozwiązania problemu analitycznego z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej i kryteriów zrównoważonego rozwoju. |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|-----|-------------------|-------------------------------|--------------------|
|-----|-------------------|-------------------------------|--------------------|

| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |                     |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| W1                                     | <p>przebieg procesu analitycznego z uwzględnieniem przepływu informacji chemicznej w tym procesie; najważniejsze pojęcia charakteryzujące jakość metod analitycznych, podstawy walidacji tych metod i zasadność ich stosowania. Dysponuje pogłębioną wiedzą z zakresu nowoczesnych metod przygotowania próbek do analizy (izolowania, oczyszczania, wzbogacania analitów, prowadzenia pomiarów) z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej. Dysponuje pogłębioną wiedzą z zakresu podstaw fizykochemicznych i możliwości stosowania metod analizy instrumentalnej: spektrometrycznych, elektrochemicznych, radiometrycznych, termometrycznych, metod rozdzielania składników próbek o złożonym składzie (metody chromatograficzne, elektroforetyczne), metod łączonych oraz czujników chemicznych i biochemicznych, pozwalającą na ocenę zagrożeń środowiskowych i społecznych związanych z działalnością przemysłową i gospodarczą. Zna i rozumie zagadnienia analizy specyjacyjnej, bioanalizy i immunoanalizy, analizy procesowej, monitoringu środowiska oraz zagadnienia dotyczące miniaturyzacji w analizie chemicznej.</p> | CZR_K2_W01                | zaliczenie na ocenę |
| W2                                     | <p>zastosowanie nowoczesnych metod monitoringu środowiskowego z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CZR_K2_W03                | zaliczenie na ocenę |
| W3                                     | <p>przykłady wykorzystania wybranych metod analizy instrumentalnej stosowanych w analityce i monitoringu środowiska;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W03 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                     | <p>wagę zrównoważonego rozwoju w procedurach stosowanych w analityce i monitoringu środowiska;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CZR_K2_W14                | zaliczenie na ocenę |
| W5                                     | <p>wybrane zagadnienia z zakresu BHP umożliwiające stosowanie poznanych technik analitycznych w pracy zawodowej;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_W11                | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |                     |
| U1                                     | <p>korzystać z literatury fachowej oraz innych źródeł informacji w celu dobrania odpowiedniej metody do rozwiązania problemu analitycznego z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej; przedstawić zasady i możliwości różnych metod przygotowania próbek do analizy; omówić podstawy fizykochemiczne oraz zakres zastosowań metod analizy instrumentalnej: spektrometrycznych, elektrochemicznych, radiometrycznych, termometrycznych, metod rozdzielania składników próbek o złożonym składzie (metody chromatograficzne, elektroforetyczne), metod łączonych, czujników i bioczujników chemicznych; omówić przebieg procesu analitycznego, przebieg i elementy walidacji metody analitycznej;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CZR_K2_U01                | zaliczenie na ocenę |
| U2                                     | <p>samodzielnie planować prace badawcze, w tym z użyciem zaawansowanych metod analizy instrumentalnej oraz krytycznie ocenić wyniki przeprowadzonych badań;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CZR_K2_U02                | zaliczenie na ocenę |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| U3                                                      | uzasadnić wybór metody analizy instrumentalnej odpowiedniej do rozwiązania postawionego problemu analitycznego z zakresu m.in. monitoringu środowiskowego oraz ocenić rolę nowoczesnych technologii próśrodowiskowych i energetycznych dla osiągnięcia kryteriów zrównoważonego rozwoju w doborze metody analitycznej; | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | pracować w zespole, jest świadomy odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania związane z pracą zespołową;                                                                                                                                                                                                        | CZR_K2_U10 | zaliczenie na ocenę |
| U5                                                      | formułować opinie dotyczące doboru, zastosowania, możliwości metody analitycznej oraz argumentować na ich rzecz;                                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_U11 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                     |
| K1                                                      | podjęcia odpowiedzialności w planowaniu analiz chemicznych, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych, jest świadomy zagrożeń związanych z wykonywanymi analizami chemicznymi oraz jest przygotowany do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej oraz zasad BHP w środowisku pracy;             | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie oceny możliwości i zagrożeń dotyczących wykonywanych analiz chemicznych.                                                                                                                                                               | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                       | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                          | 30                                                                  |                    |
| seminarium                                      | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć                          | 8                                                                   |                    |
| przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego | 17                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej        | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>             | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>               | <b>Liczba godzin</b><br>40                                          | <b>ECTS</b><br>1.5 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|-----|-------------------|-----------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1. | <p>Celem kursu jest zapoznanie studenta z: zagadnieniami dotyczącymi procesu analitycznego związanymi z przenoszeniem informacji chemicznej w tym procesie; zasadami walidacji metod analitycznych; zagadnieniami dotyczącymi doboru metody przygotowania próbki do analizy i metody analizy instrumentalnej do rodzaju analitu i próbki; ze znaczeniem zielonej chemii analitycznej w procesie analitycznym; nowoczesnymi metodami przygotowania próbek do analizy (izolowania, oczyszczania, wzbogacania analitów) z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej, wybranymi technikami analizy przepływowej pod kątem przygotowania próbek do analizy i prowadzenia pomiarów; podstawami fizykochemicznymi i zakresem zastosowań analitycznych współczesnych metod analizy instrumentalnej; metod wykorzystujących promieniowanie elektromagnetyczne, atomowej i cząsteczkowej spektrometrii absorpcyjnej, emisyjnej, fluorescencyjnej, spektrometrii rentgenowskiej; spektrometrii mas; metod elektroanalitycznych, potencjometrii, woltamperometrii, kulometrii, konduktometrii; analizy termicznej; radiochemicznych metod analizy; metod rozdzielania składników próbek o złożonym składzie, chromatografii gazowej i cieczowej, elektroforezy; metod łączonych, m.in. GC-MS, LC-MS, LA-ICP-MS, TOF-SIMS; czujników chemicznych i biochemicznych; zagadnieniami dotyczącymi miniaturyzacji w analizie chemicznej; wybranymi problemami analitycznymi i sposobami ich rozwiązywania (podstawy i przykłady); zagadnieniami specjacji i analizy specjacyjnej, monitoringu środowiska, analizy procesowej, elementami bioanalizy i immunoanalizy; przykładami zastosowań metod analitycznych w różnych dziedzinach nauki i w praktyce (m.in. w przemyśle, ochronie środowiska, medycynie, badaniach kryminalistycznych); zasadami dobrej praktyki laboratoryjnej i zasadami prowadzenia analiz zgodnie z regułami BHP.</p> | W1, W2, W3, W4, W5, U1, U2, U3, U4, U5, K1, K2 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

prezentacja multimedialna, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny, seminarium

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                |
|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie na ocenę | Ocena końcowa kursu stanowi średnią ważoną z pisemnego zaliczenia materiału wykładu (2/3) i zaliczenia seminarium w oparciu o przygotowane prezentacje (1/3) |
| seminarium   | zaliczenie na ocenę | Ocena końcowa kursu stanowi średnią ważoną z pisemnego zaliczenia materiału wykładu (2/3) i zaliczenia seminarium w oparciu o przygotowane prezentacje (1/3) |



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Zielone technologie chemiczne

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b5e4027.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 1 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>warsztaty: 40                      |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta wiedzy w zakresie nowoczesnych proekologicznych technologii, w tym bazujących na odnawialnych źródłach surowców i energii, jak również prognozowane perspektywy transformacji przemysłowej. |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                   |            |                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | zaawansowane zagadnienia z zakresu nauk ścisłych i technicznych pozwalające na identyfikację zagrożeń związanych ze stosowaniem technologii chemicznych;                                          | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | tematykę aktualnych kierunków transformacji przemysłowej prowadzących do osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju;                                                                                | CZR_K2_W02 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zagadnienia związane z głównymi technologiami chemicznymi, potrafi krytycznie ocenić ich wpływ na środowisko oraz zapotrzebowanie na surowce i energię;                                           | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie stosowania surowców odnawialnych w przemyśle chemicznym;                                                                                                      | CZR_K2_W05 | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | tematykę gospodarki odpadami przemysłu chemicznego;                                                                                                                                               | CZR_K2_W10 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                   |            |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz zasobów informacji patentowej, w szczególności w odniesieniu do pozyskiwania informacji w zakresie technologii chemicznej; | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | ocenić rolę technologii pro-środowiskowych dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                          | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                   |            |                     |
| K1                                                      | ciągłego poszerzania wiedzy w zakresie technologii proekologicznych.                                                                                                                              | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                                                          | 40                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej                           | 20                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć                                             | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 5                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>40                                          | <b>ECTS</b><br>1.5 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>40                                          | <b>ECTS</b><br>1.5 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut



## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Zasady projektowania technologii przyjaznych dla środowiska naturalnego. Identyfikacja zagrożeń ekologicznych w przemyśle chemicznym. Efektywne wykorzystanie energii i surowców w przemyśle chemicznym. Technologie bezodpadowe. Zaawansowane procesy katalityczne i fotokatalityczne dla potrzeb przemysłu chemicznego. Bio-surowce w przemyśle chemicznym oraz alternatywne reagenty i media reakcyjne. Technologie oczyszczania gazów i ścieków procesowych. Zagospodarowanie odpadów, w tym odpadów niebezpiecznych. Prognozowane kierunki zmian w podstawowych technologiach przemysłowych. | W1, W2, W3, W4, W5, U1, U2, K1    |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

projekt badawczy, prezentacja, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                         |
|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| warsztaty    | zaliczenie na ocenę | Przygotowanie i zaprezentowanie wystąpienia ustnego z zakresu tematyki zajęć, udział w dyskusji, realizacja projektu i ocena raportu. |



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Zrównoważone technologie dla energetyki

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b64b371.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 1 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>warsztaty: 40                      |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta wiedzy w zakresie zagadnień związanych z pozyskiwaniem, magazynowaniem i konwersją energii w dobie zachodzącej zielonej transformacji energetycznej. |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                             | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Wiedzy - Student zna i rozumie: |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | zaawansowane zagadnienia z zakresu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych pozwalające na ocenę zagrożeń środowiskowych i społecznych związanych z technologiami pozyskiwania, magazynowania i konwersji energii;                             | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | problematykę transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej, uwzględniającej osiągnięcie kryteriów zrównoważonego rozwoju w obszarze technologii pozyskiwania, magazynowania i konwersji energii;                                          | CZR_K2_W02 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | główne technologie chemiczne w energetyce oraz technologie pozyskiwania, magazynowania i konwersji energii i potrafi krytycznie ocenić ich wpływ na środowisko oraz zapotrzebowanie na surowce i energię;                                          | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zastosowanie surowców odnawialnych w technologiach pozyskiwania, magazynowania i konwersji energii;                                                                                                                                                | CZR_K2_W05 | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | problematykę gospodarki odpadami, gospodarki o obiegu zamkniętym oraz zagadnienia klimatyczne w aspekcie technologii pozyskiwania, magazynowania i konwersji energii;                                                                              | CZR_K2_W10 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej; | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | ocenić rolę nowoczesnych technologii pro-środowiskowych dla osiągnięcia kryteriów zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa energetycznego;                                                                                                          | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | odnieść zdobytą wiedzę do pokrewnych dyscyplin naukowych oraz pracować w zespołach interdyscyplinarnych;                                                                                                                                           | CZR_K2_U06 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                     |
| K1                                                      | do stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnianiem opinii ekspertów, w zakresie oceny szans i zagrożeń dotyczących transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej.                                                                      | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| warsztaty                                | 40                                                                  |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej | 15                                                                  |
| przygotowanie do zajęć                   | 10                                                                  |
| przygotowanie raportu                    | 10                                                                  |

|                                                                    |                            |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>75 | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>40 | <b>ECTS</b><br>1.5 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>40 | <b>ECTS</b><br>1.5 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Efekty uczenia się dla przedmiotu     |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.  | Wykład oraz zajęcia praktyczne prowadzone w formule "case study" obejmujący trzy wiodące zagadnienia w zakresie pozyskiwania, magazynowania i konwersji energii w dobie zachodzącej zielonej transformacji energetycznej. Zagadnienia omawiane będą na przykładzie wybranych technologii:<br>1. Pozyskiwanie/konwersja energii – fotowoltaika, ogniwa paliwowe;<br>2. Elektrochemiczne magazynowanie energii - akumulatory litowo-jonowe; superkondensatory;<br>3. Chemiczne magazynowanie energii - wodór, zielone paliwa nowej generacji;<br>Dla wybranych technologii omówiony zostanie pełny łańcuch wartości: surowce-przetwórstwo-zastosowanie-zagospodarowanie-recykling z uwzględnieniem aspektu oddziaływania na środowisko (śląd węglowy), efektywności energetycznej i ekonomii oraz obowiązujących regulacji. | W1, W2, W3, W4, W5,<br>U1, U2, U3, K1 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

prezentacje studenckie z dyskusją, zajęcia studyjne (praktyczne), projekt badawczy, wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                         |
|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| warsztaty    | zaliczenie na ocenę | Przygotowanie i zaprezentowanie wystąpienia ustnego z zakresu tematyki zajęć, udział w dyskusji, realizacja projektu i ocena raportu. |



Modelowanie molekularne materiałów  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.210.5ca7569e61f4d.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 1 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>warsztaty: 45                      |                                   |

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta umiejętności praktycznych dotyczących zastosowania wybranych metod chemii obliczeniowej do modelowania molekularnego materiałów |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                             | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Wiedzy - Student zna i rozumie: |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | podstawy teorii funkcjonałów gęstości elektronowej DFT (pojęcie gęstości elektronowej, twierdzenia Hohenberga-Kohna, równania Kohna-Shama, drabinka Jakubowa potencjałów korelacyjno-wymiennych, twierdzenie Janaka, elementy konceptualnego DFT: potencjał chemiczny, twardość). Dysponuje podstawową wiedzą dotyczącą dokładniejszych metod uwzględniających korelacje elektronową (CI, MP2, CC);                           | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | podstawy teorii czasowo-zależnego wariantu DFT (TD-DFT): twierdzenie Rungego-Grossa, czasowo-zależne równania Kohna-Shama, teoria odpowiedzi: funkcja liniowej odpowiedzi (energje wzbudzeń, siła oscylatora), postać macierzowa równań Casidy (Random Phase Approximation), przybliżenie Tamma-Dancoffa (Tamm-Dancoff Approximation), zalety i wady metodologii TD-DFT. Posiada wiedzę dotyczącą spektroskopii oscylacyjnej; | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | podstawy teoretyczne dynamiki molekularnej klasycznej i ab initio: pola siłowe, kontrola ciśnienia i temperatury w symulacjach MD, radialne funkcje rozkładu, wyznaczanie własności transportowych z symulacji MD (współczynniki dyfuzji, przewodnictwo, lepkość);                                                                                                                                                            | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu teorii pasmowej ciała stałego (np.: twierdzenie Blocha, strefa Brillouina, sieć odwrotna, punkty k, poziom Fermiego);                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | zastosowanie metod hybrydowych (wielowarstwowych) w kontekście przewyższenia niekorzystnego skalowania się metod chemii kwantowej z rozmiarem układu molekularnego;                                                                                                                                                                                                                                                           | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                     |
| U1                                                      | wyznaczyć w oparciu o obliczenia chemii kwantowej bariery energetyczne (energię swobodną, entalpię, entropię) wybranych reakcji katalitycznych;                                                                                                                                                                                                                                                                               | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | wyznaczyć i scharakteryzować elektronowe stany wzbudzone, modelować widma UV-VIS (wertikalne energie wzbudzeń), optymalizować stany wzbudzone, modelować widma oscylacyjne;                                                                                                                                                                                                                                                   | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | scharakteryzować w oparciu o obliczenia dynamiki molekularnej struktury modelowych elektrolitów dla ogniw jonowych (wyznaczyć współczynniki dyfuzji i przewodnictwo z symulacji MD);                                                                                                                                                                                                                                          | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | otrzymać w oparciu o obliczenia periodyczne strukturę pasmową wybranych ciał stałych (pasmo walencyjne, poziom Fermiego, pasmo przewodnictwa, gęstości stanów-DOS);                                                                                                                                                                                                                                                           | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| U5                                                      | zastosować metody hybrydowe (np.: ONIOM lub efektywne potencjały fragmentów) do opisu centrum aktywnego enzymu/katalizatora oraz modelowania obecności rozpuszczalnika;                                                                                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                     |
| K1                                                      | podjęcia pracy indywidualnej jak i współpracy w grupie w celu rozwiązania postawionego problemu naukowo-badawczego z należyтым profesjonalizmem i sumiennością;                                                                                                                                                                                                                                                               | CZR_K2_K01 | zaliczenie na ocenę |

|    |                                                                                                                 |            |                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| K2 | szanowania własności intelektualnej poprzez odpowiedni wybór stosowanego oprogramowania (licencja open-source). | CZR_K2_K03 | zaliczenie na ocenę |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                                                          | 45                                                                  |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 25                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć                                             | 5                                                                   |                    |
| przygotowanie projektu                                             | 15                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>90                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>45                                          | <b>ECTS</b><br>1.7 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>45                                          | <b>ECTS</b><br>1.7 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Elementy teorii funkcjonałów gęstości elektronowej DFT (pojęcie gęstości elektronowej, twierdzenia Hohenberga-Kohna, równania Kohna-Shama, drabinka Jakubowa potencjałów korelacyjno-wymiennych, twierdzenie Janaka, potencjał chemiczny, twardość). Podstawy dotyczące dokładniejszych metod uwzględniających korelacje elektronową, np.: metoda mieszania konfiguracji (CI), sprzężonych klasterów (CC). Podstawy teorii czasowo-zależnego wariantu DFT (TD-DFT): twierdzenie Rungego-Grossa, czasowo-zależne równania Kohna-Shama, teoria odpowiedzi: funkcja liniowej odpowiedzi (energje wzbudzeń, siła oscylatora), postać macierzowa równań Casidy, przybliżenie Tamma-Dancoffa. | W1, W2, U1, U2, K1, K2            |
| 2.  | Podstawy teoretyczne dynamiki molekularnej klasycznej i ab initio: definicja i rodzaje pól siłowych, kontrola ciśnienia i temperatury w symulacjach MD, radialne funkcje rozkładu, wyznaczanie własności transportowych z symulacji MD (współczynniki dyfuzji, przewodnictwo, lepkość).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | W3, U3, K1, K2                    |
| 3.  | Podstawy teoretyczne dynamiki molekularnej klasycznej i ab initio: definicja i rodzaje pól siłowych, kontrola ciśnienia i temperatury w symulacjach MD, radialne funkcje rozkładu, wyznaczanie własności transportowych z symulacji MD (współczynniki dyfuzji, przewodnictwo, lepkość).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | W4, U4, K1, K2                    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 4. | Wybrane informacje o metodach hybrydowych (np.: metoda efektywnych potencjałów fragmentów, podejście ONIOM) jako praktyczny sposób przezwyciężenia niekorzystnego skalowania się metod chemii kwantowej z rozmiarem układu molekularnego. Ogólna idea metod wielowarstwowych. Sposób opisu oddziaływań między różnymi warstwami. Problem zrywanych wiązań chemicznych. Metoda QM/MM: osadzanie mechaniczne i elektrostatyczne, obliczanie energii. | W5, U5, K1, K2 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

Instruktaż do ćwiczeń, ćwiczenia laboratoryjne, dyskusja

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                 |
|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| warsztaty    | zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na podstawie wykonania ćwiczeń (warsztatów) i przedstawienia poprawnych sprawozdań |





UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Zrównoważony rozwój - fakty i mity

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.250.61a0c3b71aad3.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>fakultatywny                   |                                                          |

|                                       |                                                                                |                                   |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okresy</b><br>Semestr 1, Semestr 3 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>1.0 |
|                                       | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 15                         |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest wieloaspektowa analiza i ocena różnorodnych technologii realizujących cele zrównoważonego rozwoju. Prezentowane i dyskutowane będą nie tylko pozytywne aspekty tego typu rozwiązań technologicznych, ale również ich wady i zagrożenia. W ramach zajęć będą również prezentowane i dyskutowane różnego rodzaju zagadnienia odnoszące się do zrównoważonego rozwoju poprzez porównanie funkcjonujących w społeczeństwach opinii oraz wyników badań naukowych. |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                     |            |                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | zagadnienia odnoszące się do pozytywnych i negatywnych aspektów transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej;                                             | CZR_K2_W02 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | najważniejsze dylematy współczesnej cywilizacji w kontekście transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej;                                                | CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                     |            |                     |
| U1                                                      | formułować i weryfikować opinie dotyczące zagadnień odnoszących się do transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej;                                      | CZR_K2_U11 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                     |            |                     |
| K1                                                      | stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej;                             | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | realnego wypełniania zobowiązań społecznych, podejmowania inicjatyw i uczestniczenia w działaniach na rzecz transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej. | CZR_K2_K07 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                   | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>      | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>        | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Wykład interaktywny prezentujący przykłady stereotypów odnoszących się do różnych aspektów zrównoważonego rozwoju oraz ich weryfikacji opierającej się na badaniach naukowych. Zostaną omówione m.in. zagadnienia odnoszące się do bezpieczeństwa energetycznego, wpływu wybranych technologii na środowisko, kosztowności różnych rozwiązań pro-ekologicznych, etc. Wykład ma formę interaktywną, polegającą na aktywnym udziale studentów w zajęciach poprzez wyrażanie ich opinii dotyczących zagadnień omawianych na wykładach. | W1, W2, U1, K1, K2                |

### Informacje rozszerzone

**Metody nauczania:**

wykład interaktywny z prezentacją multimedialną, prezentacje studenckie, dyskusja

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>                                                             |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład              | zaliczenie na ocenę     | Przygotowanie i zaprezentowanie wystąpienia ustnego z zakresu tematyki zajęć i udział w dyskusji |



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Smart materials Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.250.61a0c3b7d2975.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Angielski                     |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>fakultatywny                   |                                                          |

|                                       |                                                                    |                                   |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okresy</b><br>Semestr 1, Semestr 3 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>egzamin | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                                       | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 30             |                                   |

### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zapoznanie studentów grupą materiałów, których własności można zmieniać poprzez bodźce zewnętrzne. Zostanie pokazana bardzo istotna rola takich materiałów w różnych obszarach działalności, tj. medycyna, elektronika, energetyka, etc. |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                          |            |         |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| W1                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie głównych grup materiałów funkcjonalnych i ich roli w nowoczesnych technologiach pro-środowiskowych;                                                  | CZR_K2_W07 | egzamin |
| W2                                                      | zastosowanie zaawansowanych metod fizykochemicznych i obliczeniowych w projektowaniu i badaniach podstawowych grup materiałów funkcjonalnych;                                            | CZR_K2_W08 | egzamin |
| W3                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie nowoczesnych technologii produkcji, magazynowania oraz wykorzystania energii;                                                                        | CZR_K2_W06 | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                          |            |         |
| U1                                                      | korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz literatury patentowej, w tym w języku angielski, w celu pozyskania niezbędnych informacji odnoszących się do materiałów funkcjonalnych; | CZR_K2_U01 | egzamin |
| U2                                                      | posługiwać się specjalistycznym językiem angielskim na poziomie B2+, w dziedzinach związanych ze zrównoważonym rozwojem;                                                                 | CZR_K2_U07 | egzamin |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                          |            |         |
| K1                                                      | stałego poszerzania wiedzy i kompetencji, w tym z uwzględnianiem opinii ekspertów, w zakresie nowoczesnych materiałów funkcjonalnych;                                                    | CZR_K2_K04 | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                                      | 30                                                                  |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 30                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 15                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|-----|-------------------|-----------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. | <p>Prezentacja tzw. „materiałów inteligentnych”, które zmieniają swoje własności w kontrolowany sposób w reakcji na bodziec otoczenia. Przykłady wybranych materiałów tego typu oraz ich zastosowań, przede wszystkim w aspektach związanych bezpośrednio lub pośrednio z szeroko pojętym zrównoważonym rozwojem.</p> <p>Wykład będzie prowadzony w języku angielskim, przez naukowców specjalizujących się w badaniach różnego typu materiałów inteligentnych, tak aby studenci mogli poznać najbardziej aktualne trendy badawcze i wdrożeniowe w tym zakresie.</p> | W1, W2, W3, U1, U2, K1 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

studium przypadku (case study), wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                         |
|--------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin          | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu składającego się z części otwartej oraz części testowej. |

## Challenges of Modern Chemistry: Emerging Contaminants

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.250.61a0c3b860459.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Angielski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                           |                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 1, Semestr 3</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 18, seminarium: 12</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>3.0</p> |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | <p>Celem kursu jest zapoznanie studentów z podstawowymi definicjami oraz praktycznymi aspektami klasyfikacji, identyfikacji, monitoringu oraz metod usuwania lub zapobiegania emisji substancji z grupy nowych zanieczyszczeń. Pozyskana wiedza umożliwi studentowi zrozumienie związku pomiędzy różnymi działami chemii oraz zarządzania środowiskiem a także współdziałania specjalistów z zakresu chemii organicznej, analitycznej, środowiskowej, nieorganicznej oraz technologii chemicznej w celu kompleksowego rozwiązywania problemów wynikających z intensywnego rozwoju cywilizacyjnego i działalności człowieka.</p> |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                  |            |                              |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------|
| W1                                                      | kryteria klasyfikacji substancji chemicznych do grupy nowych zanieczyszczeń, zna przykłady GNZ, rozumie zagrożenia związane z GNZ;                                                                               | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| W2                                                      | dylematy wynikające z dążenia do wzrostu standardu życia mieszkańców planety, ilością i jakością zanieczyszczeń przedostających się do środowiska oraz koniecznością zapobiegania lub usuwania zanieczyszczeń;   | CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                  |            |                              |
| U1                                                      | odnaleźć informacje dotyczące GNZ w bazach danych instytucji zajmujących się kontrolą jakości środowiska;                                                                                                        | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| U2                                                      | prześledzić cykl życia GNZ od momentu syntezy, drogi przedostawania się do środowiska, monitoring aż do unieszkodliwienia, zaproponować metody analizy GNZ oraz metody ich usuwania lub zapobiegania ich emisji; | CZR_K2_U07 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| U3                                                      | samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie;                                                                                                                                          | CZR_K2_U09 | zaliczenie na ocenę          |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                  |            |                              |
| K1                                                      | poszerzania wiedzy w zakresie zdobywania informacji potrzebnych do oceny szans i zagrożeń zrównoważonego rozwoju;                                                                                                | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| K2                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty.                                                                                       | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę, egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                   | 18                                                                  |                    |
| seminarium                               | 12                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie projektu                   | 25                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu                | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>      | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>        | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe



| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | <p>Definicja grupy nowych zanieczyszczeń (GNZ).<br/>           Motywacja podjęcia dokładnych badań nad grupą nowych zanieczyszczeń.<br/>           Najważniejsze problemy dla środowiska oraz wyzwania dla badaczy wynikające z identyfikacji GNZ.</p> <p>Regulacje prawne dotyczące GNZ (Europa, USA, Kanada, Azja, Afryka).<br/>           Analiza pochodzenia, interakcji ze składnikami środowiska, wpływu na zdrowie człowieka, metabolizm zwierząt i ekosystem oraz unikalnych zagrożeń na przykładzie grup GNZ (farmaceutyki, kosmetyki, środki czystości, pestycydy, substancje per- i polifluorowane, polichlorowane bifenyle, polibromowane etery difenylowe, nanomateriały, mikroplastik).</p> <p>Zaawansowane techniki analityczne dla identyfikacji i oznaczania GNZ w środowisku, kierunki rozwoju i opracowanie nowych metod.</p> <p>Zapobieganie powstawaniu GNZ w kontekście zasad zielonej chemii (nowoczesne strategie syntezy), celów zrównoważonego rozwoju (zapewnienie bezpiecznych źródeł czystej wody) oraz gospodarki o obiegu zamkniętym (alternatywne, odnawialne źródła surowców).</p> <p>Metody usuwania GNZ, procesy fizyczne i chemiczne (degradacja termiczna, adsorpcja, kataliza, procesy pogłębionego utleniania). Porównanie ich efektywności i opłacalności.</p> <p>Interdyscyplinarne studium przypadków na przykładzie wybranych zanieczyszczeń uwzględniające opis stosowanych metod syntezy i proponowanych zmian pozwalających zmniejszyć obciążenie środowiska, koszt i energochłonność, mechanizmów wpływu na środowisko i zasad monitoringu, proponowanych ekonomicznych i ekologicznych metod ich usuwania (cykl życia od wytworzenia do unieszkodliwienia).</p> | W1, W2, U1, U2, U3, K1, K2        |

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

projekt, ćwiczenia przedmiotowe, analiza przypadków, wykład z prezentacją multimedialną, seminarium

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                          |
|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin             | pozytywna ocena odpowiedzi na pytania prowadzącego dotyczące przedstawionego materiału |
| seminarium   | zaliczenie na ocenę | pozytywna ocena prezentacji oraz aktywności w przygotowaniu projektu                   |

Modelowanie molekularne materiałów - konwersatorium  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.210.61a0c3b8bc515.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                               |                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 1</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>konwersatorium: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>2.0</p> |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zaznajomienie słuchaczy z podstawami chemii kwantowej oraz metodami obliczeniowymi służącymi do opisu struktury elektronowej atomów, cząsteczek oraz materiałów |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                             | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Wiedzy - Student zna i rozumie: |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | podstawy mechaniki kwantowej (geneza i postulaty mechaniki kwantowej; układy modelowe: cząstka swobodna, cząstka w pudle potencjału (1D vs 3D), bariera potencjału, tunelowanie; oscylator harmoniczny (kwantowy, klasyczny), rotator sztywny i atom wodoru);                                                                                                    | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | podstawowe przybliżenia i metody obliczeniowe chemii kwantowej (przybliżenie Borna-Oppenheimera, zasada wariacyjna i metody wariacyjne; przybliżenie jednoelektronowe, metoda HF/SCF LCAO MO, elementy DFT/ SCF LCAO MO, korelacja elektronowa, kwantowo-chemiczny opis kowalencyjnego wiązania w cząsteczce H <sub>2</sub> oraz innych układach molekularnych); | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zagadnienia matematyczne pozwalające na zrozumienie podstaw mechaniki kwantowej;                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                     |
| U1                                                      | interpretować: postulaty mechaniki kwantowej, rozwiązania równania Schrödingera dla prostych układów modelowych, potrafi omówić fundamentalne przybliżenia leżące u podstaw metod obliczeniowych chemii kwantowej;                                                                                                                                               | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | posługiwać się aparatem matematycznym w celu zrozumienia postulatów, przybliżeń i podstawowych metod chemii kwantowej;                                                                                                                                                                                                                                           | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                     |
| K1                                                      | podjęcia pracy indywidualnej jak i współpracy w grupie w celu rozwiązania postawionego problemu naukowo-badawczego z należyty profesjonalizmem i sumiennością.                                                                                                                                                                                                   | CZR_K2_K01 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta           | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| konwersatorium                      | 30                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć              | 20                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>50                                          | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|-----|-------------------|-----------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. | Podstawy mechaniki kwantowej (geneza i postulaty mechaniki kwantowej; układy modelowe: cząstka swobodna, cząstka w pudle potencjału (1D vs 3D), bariera potencjału, tunelowanie; oscylator harmoniczny (kwantowy, klasyczny), rotator sztywny i atom wodoru).                                                                                                    | W1, W2, W3, U1, U2, K1 |
| 2. | Podstawowe przybliżenia i metody obliczeniowe chemii kwantowej (przybliżenie Borna-Oppenheimera, zasada wariacyjna i metody wariacyjne; przybliżenie jednoelektronowe, metoda HF/SCF LCAO MO, elementy DFT/ SCF LCAO MO, korelacja elektronowa, kwantowo-chemiczny opis kowalencyjnego wiązania w cząsteczce H <sub>2</sub> oraz innych układach molekularnych). | W1, W2, W3, U1, U2, K1 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konwersatorium

| Rodzaj zajęć   | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                 |
|----------------|---------------------|-----------------------------------------------|
| konwersatorium | zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na podstawie kolokwium/sprawdzianu |

## Techniki elektrochemiczne w badaniach materiałowych i środowiskowych

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.250.61a0c3b932621.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                       |                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 1, Semestr 3</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>2.0</p> |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest zaznajomienie studentów z zaawansowanymi technikami elektrochemicznymi najczęściej stosowanymi w badaniach materiałowych i środowiskowych ze szczególnym uwzględnieniem praktycznych aspektów poszczególnych technik oraz omówieniem przykładów ich konkretnych zastosowań. |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                         |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| W1                                                      | zagadnienia z zakresu fizykochemicznych podstaw nowoczesnych technik elektrochemicznych;                                                                                                                                                                                         | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W03,<br>CZR_K2_W08                | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | możliwości zastosowania omawianych technik elektrochemicznych w badaniach materiałowych i środowiskowych;                                                                                                                                                                        | CZR_K2_W03,<br>CZR_K2_W08                               | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | związki między najnowszymi osiągnięciami nauki w zakresie omawianych zagadnień, a możliwościami ich wykorzystania w życiu społeczno-gospodarczym z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju;                                                                                  | CZR_K2_W08,<br>CZR_K2_W14                               | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu BHP związane z praktycznym stosowaniem omawianych technik elektrochemicznych;                                                                                                                                                                              | CZR_K2_W11,<br>CZR_K2_W12                               | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego;                                                                                                                                                                                                             | CZR_K2_W13                                              | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                         |                     |
| U1                                                      | omówić podstawy fizykochemiczne oraz wybrane zastosowania omawianych na wykładzie technik elektrochemicznych;                                                                                                                                                                    | CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U06                               | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu poszerzenia swoich wiadomości na tematy prezentowane na wykładzie;                                                                                                        | CZR_K2_U01                                              | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | być świadomym poziomu swojej wiedzy i umiejętności w zakresie treści omawianych na wykładzie, rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia; | CZR_K2_U09                                              | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | formułować opinie dotyczące kwestii zawodowych w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów;                                                                                                                                                                                  | CZR_K2_U11                                              | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                         |                     |
| K1                                                      | rzetelnego i sumiennego wykonywania obowiązków zawodowych w zakresie prowadzenia badań z wykorzystaniem omawianych technik elektrochemicznych;                                                                                                                                   | CZR_K2_K01                                              | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | odpowiedzialnego planowania i wykonywania oraz analizowania wyników badań prowadzonych przy użyciu omawianych technik elektrochemicznych;                                                                                                                                        | CZR_K2_K02                                              | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.                                                                                                                                                                                                | CZR_K2_K01,<br>CZR_K2_K02,<br>CZR_K2_K03,<br>CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| wykład                    | 30                                                                  |

|                                                             |                            |                    |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 10                         |                    |
| przygotowanie do testu zaliczeniowego                       | 10                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>50 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30 | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Efekty uczenia się dla przedmiotu              |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.  | <p>W trakcie kursu omówione zostaną wybrane zaawansowane techniki elektrochemiczne stosowane w badaniach materiałowych i środowiskowych. Szczególna uwaga zostanie poświęcona praktycznym aspektom poszczególnych technik oraz przykładom ich konkretnych zastosowań. W trakcie kursu omówione zostaną m.in. następujące techniki i zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Praktyczne aspekty technik elektrochemicznych (w tym m.in. spadek omowy - wyznaczanie, znaczenie, kompensowanie, budowa potencjostatu),</li> <li>2. Voltamperometria pulsacyjna (DPV, SWV, NPV, RNPV i inne);</li> <li>3. Polaryzacja z zaężaniem - teoria i aspekt analityczny</li> <li>4. Zaawansowane zastosowania elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS),</li> <li>5. Technika skaningowego mikroskopu elektrochemicznego (SECM) – podstawy i zastosowania;</li> <li>6. Elektrochemiczna mikrowaga kwarcowa (ECQM)</li> <li>7. Techniki elektrochemiczne sprzężone z miroskopią AFM, spektroskopią IR i Ramana i inne.</li> <li>8. Sensory elektrochemiczne,</li> <li>9. Podstawy bioelektrochemii (bioenergetyka i transport elektronu w układach biologicznych, elektrochemia enzymów redoks, biosensory, układ NADH/NAD<sup>+</sup>, biosensory oparte na komórkach, bioelektrosynteza, bioogniwa, elektrochemiczne testy immunologiczne, elektrochemiczne testy DNA);</li> <li>10. Zaawansowane techniki badania korozji,</li> <li>11. Zaawansowane techniki konduktometryczne,</li> <li>12. Badania „in-situ” i „operando” w elektrochemii</li> <li>13. Wybrane techniki spektroelektrochemiczne i fotoelektrochemiczne</li> </ol> | W1, W2, W3, W4, W5, U1, U2, U3, U4, K1, K2, K3 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

analiza przypadków, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu               |
|--------------|---------------------|---------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie na ocenę | Uzyskanie 50% punktów z kolokwium testowego |

## Komercyjne akumulatory litowo-jonowe: budowa-testowanie-utyliczacja

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.250.61a0c3b98d43c.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                          |                                           |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 1, Semestr 3</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>warsztaty: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>2.0</p> |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta wiedzy w zakresie technologii akumulatorów Li-ion i umiejętności praktycznych w zakresie procedur testowania i walidacji ogniwi. |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                             | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Wiedzy - Student zna i rozumie: |                   |                               |                    |



|                                                         |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                     |                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| W1                                                      | zaawansowane zagadnienia z zakresu elektrochemicznych magazynów energii, w szczególności akumulatorów litowo-jonowych;                                                                          | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W03,<br>CZR_K2_W04,<br>CZR_K2_W05,<br>CZR_K2_W06,<br>CZR_K2_W07,<br>CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | zaawansowane zagadnienia z zakresu metod badawczych wykorzystywanych do charakteryzacji parametrów pracy elektrochemicznych magazynów energii;                                                  | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W03,<br>CZR_K2_W08                                                                            | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | związki między najnowszymi osiągnięciami nauki w zakresie omawianych zagadnień, a możliwościami ich wykorzystania w życiu społeczno-gospodarczym z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju; | CZR_K2_W06,<br>CZR_K2_W07,<br>CZR_K2_W08,<br>CZR_K2_W14                                                             | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu BHP związane z praktycznym stosowaniem oraz użyciem elektrochemicznych magazynów energii;                                                                                 | CZR_K2_W06,<br>CZR_K2_W07,<br>CZR_K2_W11                                                                            | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | zagadnienia z zakresu BHP związane z praktycznym stosowaniem omawianych technik badawczych;                                                                                                     | CZR_K2_W11                                                                                                          | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                     |                     |
| U1                                                      | omówić szczegóły technologii elektrochemicznego magazynowania energii oraz zna aktualny zakres jej stosowania;                                                                                  | CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U04,<br>CZR_K2_U06                                                                            | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu poszerzenia swoich wiadomości na tematy prezentowane na zajęciach;                       | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U09                                                                                           | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | być świadomym poziomu swojej wiedzy i umiejętności w zakresie treści omawianych na zajęciach, potrafi stosować prezentowane techniki badawcze w praktycznych sytuacjach;                        | CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U09,<br>CZR_K2_U10                                                                            | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | formułować opinie dotyczące kwestii zawodowych w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów;                                                                                                 | CZR_K2_U11                                                                                                          | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                     |                     |
| K1                                                      | rzetelnego i sumiennego wykonywania obowiązków zawodowych w zakresie prowadzenia badań z wykorzystaniem omawianych technik;                                                                     | CZR_K2_K01,<br>CZR_K2_K02                                                                                           | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | odpowiedzialnego planowania i wykonywania oraz analizowania wyników badań prowadzonych przy użyciu omawianych technik;                                                                          | CZR_K2_K02                                                                                                          | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.                                                                                                               | CZR_K2_K01,<br>CZR_K2_K02,<br>CZR_K2_K06                                                                            | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| warsztaty                 | 30                                                                  |

|                                                                    |                            |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia        | 10                         |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej                           | 10                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>50 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>30 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30 | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Efekty uczenia się dla przedmiotu              |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.  | <p>W ramach kursu omówione zostaną technologie elektrochemicznego magazynowania energii, w szczególności typy ogniw Li-ion będących obecnie w produkcji wraz z rodzajami materiałów (chemią materiałów) wykorzystywanych do ich budowy.</p> <p>Warsztaty obejmować będą procedury testowania i walidacji ogniw Li-ion z analizą otrzymywanych wyników, zasady bezpieczeństwa pracy z elektrochemicznymi magazynami energii jak i możliwe ścieżki awarii ogniw oraz niebezpieczeństwa z nimi związane. Poruszona zostanie problematyka recyklingu, utylizacji i odzyskiwania ogniw Li-ion oraz materiałów wchodzących w ich skład.</p> | W1, W2, W3, W4, W5, U1, U2, U3, U4, K1, K2, K3 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

warsztaty w laboratorium, analiza przypadków, wykład konwersatoryjny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                |
|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|
| warsztaty    | zaliczenie na ocenę | Przygotowanie prezentacji i jej przedstawienie oraz dyskusja |

Projektowanie i druk 3D  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.250.61a0c3b9e7443.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                          |                                           |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 1, Semestr 3</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>warsztaty: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta umiejętności praktycznych w zakresie projektowania i technik druku 3D. |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie                            | Kierunkowe efekty uczenia się            | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                              |                                          |                     |
| W1                                     | problematykę z zakresu technologii druku 3D; | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W11 | zaliczenie na ocenę |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| W2                                                      | możliwości zastosowania omawianych technik w projektowaniu i prototypowaniu;                                                                                                                                                                                               | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W11,<br>CZR_K2_W13 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | związki między najnowszymi osiągnięciami nauki w zakresie omawianych zagadnień, a możliwościami ich wykorzystania w życiu społeczno-gospodarczym z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju;                                                                            | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W13                | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu BHP związaną z praktycznym stosowaniem druku 3D;                                                                                                                                                                                                     | CZR_K2_W11,<br>CZR_K2_W12                               | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego;                                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_W13                                              | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |                     |
| U1                                                      | omówić podstawy fizykochemiczne, wybrane zastosowania oraz wpływ na środowisko omawianych technik druku 3D;                                                                                                                                                                | CZR_K2_U02,<br>CZR_K2_U04                               | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu poszerzenia swoich wiadomości na omawiane tematy;                                                                                                                   | CZR_K2_U01                                              | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | określić poziom swojej wiedzy i umiejętności w zakresie treści omawianych na wykładzie, rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia; | CZR_K2_U09                                              | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | formułować opinie dotyczące kwestii zawodowych w środowisku specjalistów, jak i niespecjalistów;                                                                                                                                                                           | CZR_K2_U11                                              | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |                     |
| K1                                                      | rzetelnego i sumiennego wykonywania obowiązków zawodowych w zakresie prowadzenia badań i wspomaganie badań technikami druku 3D;                                                                                                                                            | CZR_K2_K01                                              | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | odpowiedzialnego planowania i nadzorowania pracy z wykorzystaniem druku 3D;                                                                                                                                                                                                | CZR_K2_K02                                              | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.                                                                                                                                                                                          | CZR_K2_K01,<br>CZR_K2_K02,<br>CZR_K2_K04,<br>CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta           | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                           | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie projektu              | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

|                                                                    |                            |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>15 | <b>ECTS</b><br>0.6 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>15 | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| <b>Lp.</b> | <b>Treści programowe</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b>             |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1.         | <p>Celem kursu jest zaznajomienie studentów z programami, materiałami i technikami wykorzystywanymi w druku 3D ze szczególnym uwzględnieniem praktycznego zastosowania zdobytej wiedzy oraz wykorzystania techniki druku 3D w Przemysle 4.0.</p> <p>W trakcie kursu omówione zostaną m.in. następujące techniki i zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Praktyczne aspekty technik druku 3D, zastosowanie hobbistyczne i przemysłowe, w tym w Przemysle 4.0</li> <li>2. Druk 3D w technologii FFF (ang. Fused filament fabrication)</li> <li>3. Polimery wykorzystywane w filamentach do drukarek w technologii FFF</li> <li>4. Druk 3D z wykorzystaniem żywic światłoutwardzalnych i materiały wykorzystywane do druku w tych technologiach</li> <li>5. Technologie proszkowe w druku 3D i materiały wykorzystywane do druku w tych technologiach</li> <li>6. Najważniejsze programy CAD, wstęp do darmowego programu FreeCAD</li> <li>7. Formaty plików obsługiwane przez drukarki</li> <li>8. Zasady projektowania i weryfikacji modeli 3D do druku 3D</li> <li>9. Zasady kalibracji drukarek 3D</li> <li>10. Sposoby ustalania przyczyn powstawiania niewłaściwych wydruków</li> <li>11. Wpływ druku 3D na środowisko</li> <li>12. Druk 4D</li> </ol> | W1, W2, W3, W4, W5,<br>U1, U2, U3, U4, K1, K2,<br>K3 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

zajęcia praktyczne, projekt, wykład z prezentacją multimedialną

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b> |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| warsztaty           | zaliczenie na ocenę     | Wykonanie zadania projektowego       |

Projekt badawczy  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.220.5ca75697d36c3.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                           |                                           |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 2</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>seminarium: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta praktycznych umiejętności planowania oraz realizacji badań naukowych, jak również interpretacji uzyskanych wyników i przygotowanie raportu z przeprowadzonych prac badawczych. |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie metod fizykochemicznych stosowanych do monitoringu środowiskowego;                                                                                                                                            | CZR_K2_W03 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | główne pro-środowiskowe technologie chemiczne, z uwzględnieniem ich zapotrzebowanie na surowce i energię;                                                                                                                                         | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie nowoczesnych technologii produkcji oraz magazynowania energii;                                                                                                                                                | CZR_K2_W06 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz informacji patentowej. Potrafi ocenić rzetelność informacji pozyskanych z tych źródeł;                                                                                     | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | samodzielnie planować i wykonywać prace badawcze, w tym z użyciem zaawansowanych narzędzi badawczych oraz krytycznie ocenić wyniki tych prac badawczych;                                                                                          | CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanej prezentacji ustnej lub pisemnego sprawozdania, oraz aktywnie uczestniczyć w dyskusji naukowej odnoszącej się do zagadnień technologii pro-środowiskowych;                  | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | ocenić rolę nowoczesnych technologii pro-środowiskowych dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                             | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                     |
| K1                                                      | do wykonywania obowiązków zawodowych z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością oraz dbałością o racjonalne wykorzystanie surowców i energii;                                                                                        | CZR_K2_K01 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | wykazania się odpowiedzialnością w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych. Jest przygotowany do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej oraz zasad BHP odnoszących się do pracy w laboratorium chemicznym. | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| seminarium                               | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>      | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>        | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Efekty uczenia się dla przedmiotu  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.  | Zajęcia seminaryjne stanowią forum prezentacji i dyskusji projektów realizowanych w części laboratoryjnej kursu. Każdy ze studentów przygotowuje i przedstawi dwie prezentacje. Pierwsza z nich będzie zawierała uzasadnienie i koncepcję proponowanych prac badawczych, wraz z szczegółowymi procedurami badawczymi (opracowanymi przez studentów na podstawie indywidualnych studiów literaturowych). W ramach dyskusji zostanie poddana ocenie adekwatność proponowanych procedur pod kątem możliwości ich zastosowania i spodziewanych rezultatów. Druga prezentacja będzie miała miejsce już po ukończeniu projektu badawczego i będzie obejmowała prezentację uzyskanych wyników wraz z odpowiednią dyskusją i propozycją wniosków. | W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1, K2 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

prezentacja, dyskusja, seminarium

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                             |
|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| seminarium   | zaliczenie na ocenę | Ocena prezentacji studenckich, udział w dyskusji naukowej |





UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

Projekt badawczy - laboratorium  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bb34f91.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 2 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>5.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>laboratoria: 60                    |                                   |

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych obejmujące planowanie prac badawczych, ich realizację, opracowanie i interpretację wyników, zaproponowanie wniosków i hipotez badawczych oraz przygotowanie raportu. Celem nadrzędnym zajęć jest ukształtowanie kompetencji indywidualnego podejścia do rozwiązywania złożonych problemów badawczych. |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                               |            |                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | zastosowanie zaawansowanych metod fizykochemicznych do monitoringu środowiskowego;                                                                                                                                            | CZR_K2_W03 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | główne technologie pro-ekologiczne z uwzględnieniem ich zapotrzebowania na surowce i energię;                                                                                                                                 | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie technologii produkcji oraz magazynowania energii;                                                                                                                                         | CZR_K2_W06 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                               |            |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz informacji patentowej;                                                                                                                                 | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | samodzielnie planować i wykonywać prace badawcze, w tym z użyciem zaawansowanych metod eksperymentalnych oraz krytycznie ocenić wyniki przeprowadzonych prac badawczych;                                                      | CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanej prezentacji ustnej lub sprawozdania oraz aktywnie uczestniczyć w dyskusji naukowej odnoszącej się do zagadnień dotyczących monitoringu środowiskowego; | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | ocenić rolę nowoczesnych chemicznych technologii pro-środowiskowych dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                             | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                               |            |                     |
| K1                                                      | wykonywania obowiązków zawodowych z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością;                                                                                                                                    | CZR_K2_K01 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | wykazania się odpowiedzialnością w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych z zachowaniem zasad BHP. Jest przygotowany do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej;                       | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| laboratoria                                                        | 60                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć                                             | 30                                                                  |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 35                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>125                                         | <b>ECTS</b><br>5.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>60                                          | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>60                                          | <b>ECTS</b><br>2.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Efekty uczenia się dla przedmiotu  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.  | Zajęcia laboratoryjne są związane z realizacją przez studentów indywidualnych projektów badawczych. Studenci realizują projekty badawcze o charakterze interdyscyplinarnym łączącym w sobie zagadnienia z zakresu monitoringu środowiskowego, technologii chemicznych, chemii i technologii materiałów, produkcji i magazynowania energii i elementów modelowania molekularnego materiałów. Realizacja projektu obejmuje przygotowanie przez studenta procedur badawczych w oparciu o studia literaturowe. Po ich akceptacji przez opiekuna naukowego studenci wykonują prace badawcze w laboratoriach naukowych pod indywidualną opieką naukową. Uzyskane procedury badawcze oraz opis ich realizacji, wraz z wynikami i wnioskami zostaną zaprezentowane w raportach badawczych, które będą podlegały dyskusji i ocenie. | W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1, K2 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

projekt badawczy, prezentacja, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu        |
|--------------|---------------------|--------------------------------------|
| laboratoria  | zaliczenie na ocenę | Realizacja projektu i ocena raportu. |



Analityka dla zrównoważonego rozwoju - laboratorium  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bb9b130.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 2 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>2.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>laboratoria: 30                    |                                   |

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Głównym celem kursu jest zapoznanie studentów z wybranymi współczesnymi metodami przygotowania próbek do analizy i technikami analitycznymi ze szczególnym uwzględnieniem procedur zielonej chemii analitycznej. |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                             | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Wiedzy - Student zna i rozumie: |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| W1                                                      | - zagadnienia teoretyczne oraz metodologiczne będące podstawą wybranych instrumentalnych metod badawczych stosowanych w ocenie zagrożeń środowiskowych związanych z działalnością przemysłową i gospodarczą, w tym wybranych technik spektroskopowych, separacyjnych i elektrochemicznych; - schemat procesu analitycznego z uwzględnieniem przepływu informacji chemicznej w tym procesie, najważniejsze pojęcia charakteryzujące jakość metod analitycznych, podstawy walidacji metod analitycznych, zasadność ich stosowania; - wybrane metody przygotowania próbek do analizy z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej; | CZR_K2_W01                | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | praktyczne przykłady wykorzystania wybranych metod instrumentalnych stosowanych w analityce i monitoringu środowiska;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W03 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | wagę zrównoważonego rozwoju w procedurach stosowanych w analityce i monitoringu środowiska;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CZR_K2_W14                | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | przepisy BHP i regulacje dotyczące bezpiecznej pracy laboratoryjnej;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CZR_K2_W11                | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                     |
| U1                                                      | dobrać odpowiednią technikę instrumentalną do rozwiązania konkretnego problemu analitycznego z uwzględnieniem reguł zielonej chemii analitycznej; potrafi zaplanować i przeprowadzić badania z wykorzystaniem konkretnej techniki instrumentalnej;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CZR_K2_U02                | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | przeprowadzić zaawansowane analizy środowiskowe i na tej podstawie określić potencjalne zagrożenia środowiska naturalnego;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CZR_K2_U05                | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | opracować i zinterpretować wyniki badań, wyciągnąć wnioski oraz przygotować sprawozdanie zawierające opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie dla spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | CZR_K2_U03                | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | komunikować się z użyciem specjalistycznej terminologii z zakresu zielonej chemii analitycznej;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CZR_K2_U01                | zaliczenie na ocenę |
| U5                                                      | planować oraz organizować pracę indywidualną oraz zespołową;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CZR_K2_U10                | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                     |
| K1                                                      | wykazania odpowiedzialności w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych, ponadto jest świadomy zagrożeń związanych z wykonywaną pracą badawczą i zawodową, gotów do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej oraz zasad BHP w środowisku pracy;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CZR_K2_K02                | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie oceny szans i zagrożeń dotyczących transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CZR_K2_K04                | zaliczenie na ocenę |

## Bilans punktów ECTS

|                                                                    |                                                                            |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Forma aktywności studenta</b>                                   | <b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b> |                    |
| laboratoria                                                        | 30                                                                         |                    |
| przygotowanie do ćwiczeń                                           | 10                                                                         |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 10                                                                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>50                                                 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>30                                                 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30                                                 | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Efekty uczenia się dla przedmiotu          |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.  | Zapoznanie studentów z wybranymi współczesnymi metodami przygotowania próbek do analizy i technikami analizy instrumentalnej wykorzystywanymi w analizie środowiskowej i monitoringu środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem procedur zielonej chemii analitycznej. Ćwiczenia obejmują techniki spektroskopowe, separacyjne i elektrochemiczne oraz wybrane metody przygotowania próbek do analizy. | W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, U5, K1, K2 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia laboratoryjne, dyskusja

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                              |
|--------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| laboratoria  | zaliczenie na ocenę | Student zobowiązany jest zaliczyć wszystkie ćwiczenia oraz zbiorcze kolokwium zaliczeniowe |



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Molekularne aspekty katalizy

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bc01b9d.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                    |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 2 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>egzamin | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 30             |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta wiedzy o podstawach zjawisk katalizy homo- i heterogenicznej oraz fotokatalizy zachodzących na poziomie molekularnym. |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                             | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Wiedzy - Student zna i rozumie: |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|
| W1                                                      | podstawowe zjawiska katalizy homo- i heterogenicznej oraz fotokatalizy, dynamiczne oraz kinetyczne aspekty procesów katalitycznych, metody badania i modelowania procesów katalitycznych oraz mechanizmów reakcji, terminologię niezbędną do poprawnego opisu zjawiska katalizy;                                            | CZR_K2_W01                | egzamin |
| W2                                                      | powiązania molekularnych aspektów procesów katalitycznych z właściwościami fizyko-chemicznymi układów katalitycznych oraz technologii chemicznych, procesów przemysłowych i środowiskowych;                                                                                                                                 | CZR_K2_W04                | egzamin |
| W3                                                      | molekularne aspekty procesów katalitycznych, w tym katalizy homo-, heterogenicznej oraz fotokatalizy w stopniu umożliwiającym odniesienie się do roli katalizy w zagadnieniach klimatycznych oraz gospodarki o obiegu zamkniętym;                                                                                           | CZR_K2_W10                | egzamin |
| W4                                                      | zagadnienia z roli materiałów funkcjonalnych jako katalizatorów w molekularnych aspektach procesów katalitycznych, ze szczególnym uwzględnieniem detekcji stanu ich powierzchni;                                                                                                                                            | CZR_K2_W07,<br>CZR_K2_W08 | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |         |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury naukowej, baz danych oraz innych kompetentnych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji na temat roli molekularnych aspektów katalizy w chemii zrównoważonego rozwoju, potrafi również ocenić ich rzetelność oraz korzystać z zasobów informacji patentowej; | CZR_K2_U01                | egzamin |
| U2                                                      | formułować i weryfikować opinie dotyczące zagadnień odnoszących się do tematyki wykładu;                                                                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_U11                | egzamin |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |         |
| K1                                                      | stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie molekularnych aspektów procesów katalitycznych, w tym katalizy homo-, heterogenicznej oraz fotokatalizy w stopniu umożliwiającym odniesienie się do roli katalizy w zagadnieniach klimatycznych oraz gospodarki o obiegu zamkniętym.        | CZR_K2_K04                | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                                      | 30                                                                  |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 17                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 25                                                                  |                    |
| uczestnictwo w egzaminie                                    | 3                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |



|                                   |                            |                    |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------|

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| <b>Lp.</b> | <b>Treści programowe</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b> |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1.         | Istota zjawiska katalizy homo- i heterogenicznej oraz fotokatalizy. Procesy dynamiczne: dyfuzja i adsorpcja (asocjatywna, dysocjatywna, konkurencyjna). Procesy powierzchniowe w ujęciu teorii absolutnej szybkości reakcji. Aspekt energetyczny, elektronowy i geometryczny zjawiska katalizy. Autokataliza. Reakcje oscylacyjne. Reaktywność powierzchni. Kinetyka formalna reakcji katalitycznej. Metody określania aktywności katalitycznej. Mechanizmy wybranych reakcji katalitycznych i sposoby ich określania: rozwiązania katalityczne w procesach oczyszczania wody i powietrza, zaawansowane procesy utleniania, technologie alternatywne dla paliw kopalnych. Zastosowanie metod chemii kwantowej do opisu struktury elektronowej i mechanizmów reakcji. | W1, W2, W3, W4, U1, U2, K1               |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

metody e-learningowe, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>                  |
|---------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------|
| wykład              | egzamin                 | ocena końcowa z kursu jest oceną z egzaminu pisemnego |



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Molekularne aspekty katalizy - laboratorium

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bc5d86e.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 2 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>4.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>laboratoria: 45, seminarium: 15    |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem laboratoriów jest zapoznanie studentów z metodami detekcji i pomiarów procesów towarzyszących zjawisku katalizy homo- i heterogenicznej oraz fotokatalizy w kontekście aktywności, selektywności i stabilności katalizatora. |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | dynamiczne oraz kinetyczne aspekty procesów katalitycznych, metody badania i modelowania procesów katalitycznych oraz mechanizmów reakcji;                                                                                                                                          | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | powiązania molekularnych aspektów procesów katalitycznych z właściwościami fizyko-chemicznymi układów katalitycznych;                                                                                                                                                               | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | molekularne aspekty procesów katalitycznych w stopniu umożliwiającym odniesienie się do roli katalizy w zagadnieniach klimatycznych oraz gospodarki o obiegu zamkniętym;                                                                                                            | CZR_K2_W10 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                     |
| U1                                                      | samodzielnie planować i wykonywać badania katalityczne w celu oceny wpływu procesów molekularnych na przebieg katalizowanej reakcji; krytycznie ocenić wyniki przeprowadzonych badań poprzez korelację parametrów katalitycznych z właściwościami fizyko-chemicznymi katalizatorów; | CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | przedstawić wyniki uzyskanych badań katalitycznych w postaci samodzielnie przygotowanego raportu zawierającego cel badań, opis planu badań oraz uzasadnienie wyboru metodologii, jak również wyniki oraz ich znaczenie dla spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju;             | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | przeprowadzić zaawansowane badania katalityczne z uwzględnieniem aspektów środowiskowych analizy środowiskowe i na tej podstawie określić potencjalne zagrożenia dla środowiska naturalnego;                                                                                        | CZR_K2_U05 | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | odnieść zdobytą wiedzę do pokrewnych dyscyplin naukowych oraz pracować w zespołach interdyscyplinarnych;                                                                                                                                                                            | CZR_K2_U06 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                     |
| K1                                                      | planowania, wykonywania oraz analizy wyników badań katalitycznych z uwzględnieniem aspektów molekularnych, zarówno w katalizie homo-, heterogenicznej jak i fotokatalizie;                                                                                                          | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | krytycznego wyszukiwania i selekcjonowania informacji z w celu umiejętności ich stosowania badaniach o charakterze interdyscyplinarnym;                                                                                                                                             | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | podjęcia pracy indywidualnej jak i współpracy w grupie w celu rozwiązania postawionego problemu naukowo-badawczego z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością.                                                                                                         | CZR_K2_K01 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| laboratoria               | 45                                                                  |
| seminarium                | 15                                                                  |

|                                                                    |                             |                    |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| przygotowanie do zajęć                                             | 20                          |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 20                          |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>100 | <b>ECTS</b><br>4.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>60  | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>45  | <b>ECTS</b><br>1.7 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Efekty uczenia się dla przedmiotu      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1.  | <p>Laboratorium wraz z seminarium obejmuje wykonanie 8 ćwiczeń z zakresu ww. treści programowych. Przykładowo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zjawisko adsorpcji</li> <li>2. Aspekt ilościowy i katalityczny specjacja centrów powierzchniowych</li> <li>3. Charakterystyka spektroskopowa UV-Vis fotokatalizatorów półprzewodnikowych</li> <li>4. Zaawansowane procesy utleniania: degradacja zanieczyszczeń oraz selektywne utlenianie w procesach katalitycznych i fotokatalitycznych</li> <li>5. Transformacja plastików lub bioetanolu w chemikalia o wartości dodanej</li> <li>6. Promotory elektronowe w katalizie</li> <li>7. Materiały węglowe z mikroorganizmów</li> <li>8. Fotokataliza homogeniczna</li> </ol> <p>Udział w ww. zajęciach ma na celu zapoznanie studenta z podstawowymi typami reakcji katalitycznych, mechanizmami procesów, towarzyszącymi im zjawiskami powierzchniowymi, metodami wyznaczania kinetyki procesu oraz detekcji stanu powierzchni katalizatorów.</p> <p>Student powinien zdobyć wiadomości i umiejętności w aspektach:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. znajomości zakresu stosowalności, zalet i wad metod badań zjawiska adsorpcji do rozwiązywania problemów fizyko-chemicznych,</li> <li>2. opanowania technik przygotowania materiałów do badań adsorpcyjnych, spektroskopowych oraz katalitycznych,</li> <li>3. umiejętności wskazania, które z metod charakterystyki katalizatorów umożliwiają uzyskanie pożądaných informacji w aspekcie procesów molekularnych towarzyszących zjawisku katalizy,</li> <li>4. wykonania oraz zaplanowania prostego pomiaru w oparciu o zasady BHP związane z jego wykonaniem,</li> <li>5. praktycznej analizy wyników eksperymentu adsorpcyjnego, spektroskopowego czy testu katalitycznego wraz ze zrozumieniem podstaw teoretycznych w interpretacji parametrów katalizatora.</li> </ol> | W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1, K2, K3 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne, seminarium

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                 |
|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| laboratoria  | zaliczenie na ocenę | ocena z laboratorium na podstawie punktów uzyskanych za sprawozdania (1/2 oceny z przedmiotu) |

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>              |
|---------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| seminarium          | zaliczenie na ocenę     | przygotowania do ćwiczeń (1/2 oceny z przedmiotu) |

Praktyczne aspekty zrównoważonego rozwoju  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bcb9218.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                               |                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 2</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>konwersatorium: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi utylizacji odpadów stałych oraz ścieków w warunkach przemysłowych. |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                                                    | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                                                      |                               |                     |
| W1                                     | zastosowanie metod monitoringu środowiskowego, w szczególności do oceny stanu degradacji środowiska; | CZR_K2_W03                    | zaliczenie na ocenę |

|                                                         |                                                                                                                  |            |                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W2                                                      | zagadnienia w zakresie głównych technologii utylizacji odpadów;                                                  | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie technologii produkcji energii;                                               | CZR_K2_W06 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu gospodarki odpadami oraz najważniejszych technologii stosowanych tym zakresie;             | CZR_K2_W10 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                  |            |                     |
| U1                                                      | ocenić rolę nowoczesnych technologii środowiskowych dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju;                | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                  |            |                     |
| K1                                                      | stałego poszerzania wiedzy, z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie utylizacji i zagospodarowania odpadów. | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta           | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| konwersatorium                      | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć              | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Konwersatoria będą poprzedzały wizyty studentów w Miejskim Przedsiębiorstwie Oczyszczania w Krakowie, Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie oraz w Oczyszczalni Ścieków w Krakowie i będą prowadzone przez pracowników tych przedsiębiorstw. Wykłady konwersatoryjne będą obejmowały zarówno aspekty technologiczne stosowanych instalacji, ale również aspekty społeczne związane z funkcjonowaniem tych przedsiębiorstw. Studenci w oparciu o wykłady, ale przede wszystkim o wizytacje w zakładach utylizacji odpadów, będą przygotowywali sprawozdania, które będą podstawą do uzyskania zaliczenia tego kursu. | W1, W2, W3, W4, U1, K1            |

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

konwersatorium, wykład multimedialny

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b> |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| konwersatorium      | zaliczenie na ocenę     | Ocena raportów studenckich           |



Praktyczne aspekty zrównoważonego rozwoju - warsztaty  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bd20bad.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                          |                                           |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 2</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>warsztaty: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi utylizacji odpadów stałych oraz ścieków w warunkach przemysłowych. |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                                                | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                                                  |                               |                     |
| W1                                     | zastosowanie metod monitoringu środowiskowego, w szczególności w ocenie zagrożeń środowiskowych; | CZR_K2_W03                    | zaliczenie na ocenę |

|                                                         |                                                                                                                                                                                          |            |                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W2                                                      | zagadnienia w zakresie głównych technologii segregacji, składowania oraz chemicznych utylizacji odpadów, jak również potrafi krytycznie ocenić ich wpływ tych technologii na środowisko; | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zaawansowane zagadnienia w zakresie technologii produkcji energii oraz ich wpływu na środowisko;                                                                                         | CZR_K2_W06 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu gospodarki odpadami oraz najważniejszych technologii stosowanych tym zakresie;                                                                                     | CZR_K2_W10 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                          |            |                     |
| U1                                                      | ocenić rolę nowoczesnych technologii pro-środowiskowych dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju;                                                                                    | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                          |            |                     |
| K1                                                      | stałego poszerzania wiedzy, z uwzględnianiem opinii ekspertów, w zakresie utylizacji i zagospodarowania odpadów.                                                                         | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                                                          | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Warsztaty obejmują wizyty studentów w Miejskim Przedsiębiorstwie Oczyszczania w Krakowie, Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie oraz w Oczyszczalni Ścieków w Krakowie i będą prowadzone przez pracowników tych przedsiębiorstw. Studenci będą mieli możliwość praktycznego poznania technologii stosowanych do utylizacji odpadów, a także ich wydajności oraz ocenę ich wpływu na środowisko. Studenci w oparciu o wykłady, ale przede wszystkim o wizytację w zakładach utylizacji odpadów będą przygotowywali sprawozdania, które będą podstawą do uzyskania zaliczenia tego kursu. | W1, W2, W3, W4, U1, K1            |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład multimedialny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu |
|--------------|---------------------|-------------------------------|
| warsztaty    | zaliczenie na ocenę | ocena raportów studenckich    |



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Biotechnologia przemysłowa

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.220.5cb58902005ee.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki biologiczne                   |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0512Biochemia               |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                         |                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 2 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>egzamin      | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>4.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 30, laboratoria: 30 |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zapoznanie Studentów z: - podstawową wiedzą dotyczącą biotechnologii jako interdyscyplinarnej dziedziny wiedzy i życia, - kierunkami zastosowań biotechnologii, - przebiegiem procesów hodowli i biosyntezy, - elementami procesu biotechnologicznego (w tym np. materiałem mikrobiologicznym, podłożami hodowlanymi, aparaturą), - rodzajami i technikami hodowli (powierzchniowe, wgłębne, okresowe, ciągłe, kombinowane), - zagadnieniami przemysłowej produkcji biotechnologicznej, - możliwościami wykorzystania mikroorganizmów w procesach przemysłowych. |
| C2 | Celem zajęć praktycznych jest nabycie przez Studentów umiejętności: - prowadzenia obserwacji mikroskopowych mikroorganizmów, - przygotowania i prowadzenia procesów biotechnologicznych na skalę laboratoryjną, - wytwarzania produktów biotechnologicznych na skalę laboratoryjną.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                                     | Efekty w zakresie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |                     |
| W1                                                      | - pojęcie "mikroorganizmy" i możliwości ich wykorzystania w procesach przemysłowych, - tematykę realizacji przemysłowych procesów biotechnologicznych, wykorzystujących mikroorganizmy, - zagadnienia z zakresu operacji, technik, procesów i urządzeń zachodzących bądź stosowanych w procesie produkcyjnym;                                                                                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_W09                    | egzamin             |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |                     |
| U1                                                      | - przeprowadzić obserwacje mikroskopowe mikroorganizmów, - zainokulować podłoże mikroorganizmami w celu ich namnożenia lub wytworzenia produktu biotechnologicznego na skalę laboratoryjną, - przeprowadzić produkcyjne procesy w skali laboratoryjnej wykorzystując mikroorganizmy, dostępne techniki oraz sprzęt, - pracować bezpiecznie w laboratorium zgodnie z wiedzą z zakresu BHP, - obsługiwać urządzenia znajdujące się w laboratorium biotechnologicznym, - opisać i zinterpretować wyniki przeprowadzanych doświadczeń z wykorzystaniem mikroorganizmów; | CZR_K2_U03                    | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | pracować w zespole, pełnić w nim różne funkcje (w tym kierownicze) i jest świadomy odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania związane z pracą zespołową;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_U10                    | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |                     |
| K1                                                      | wykazania się odpowiedzialnością w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych, ponadto jest świadomy zagrożeń związanych z wykonywaną pracą badawczą i zawodową, przygotowany do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej oraz zasad BHP w środowisku pracy;                                                                                                                                                                                                                                                                      | CZR_K2_K02                    | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | wykorzystania, pogłębiania i aktualizowania posiadanej wiedzy, pracy indywidualnej i zespołowej, rozumie konieczność systematycznej pracy nad projektem mającym długofalowy charakter, wykazuje odpowiedzialność za bezpieczeństwo pracy własnej i innych oraz wykazuje odpowiedzialność za powierzony sprzęt.                                                                                                                                                                                                                                                      | CZR_K2_K06                    | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| wykład                    | 30                                                                  |
| laboratoria               | 30                                                                  |
| przygotowanie do egzaminu | 15                                                                  |

|                                                                    |                             |                    |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| uczestnictwo w egzaminie                                           | 2                           |                    |
| konsultacje                                                        | 3                           |                    |
| przygotowanie do ćwiczeń                                           | 6                           |                    |
| przygotowywanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych               | 7                           |                    |
| Przygotowanie do sprawdzianów                                      | 7                           |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>100 | <b>ECTS</b><br>4.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>60  | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30  | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | <p>Wykłady 30 godzin<br/>           Biotechnologia jako nauka interdyscyplinarna. Proces biotechnologiczny (charakterystyka, przebieg, operacje podstawowe, aparatura, czynniki biologiczne, podłoża hodowlane). Mikroorganizmy o znaczeniu przemysłowym. Charakterystyka technik i metod hodowli drobnoustrojów (powierzchniowa, wstępna, okresowa, ciągła, kombinowana). Wybrane rodzaje bioreaktorów (m.in. z mieszaniem mechanicznym, air-lift, fotoreaktory, bioreaktory do hodowli powierzchniowych). Wybrane procesy wydzielania i oczyszczania produktów biotechnologicznych. Biotechnologiczne procesy w produkcji przemysłowej. Ćwiczenia laboratoryjne 30 godzin<br/>           Zagadnienia z zakresu BHP w pracowni biotechnologicznej oraz kontroli jakości mikrobiologicznej. Zapoznanie z warunkami oraz wymaganiami dotyczącymi hodowli mikroorganizmów o znaczeniu przemysłowym. Obserwacje mikroskopowe mikroorganizmów. Procesy fermentacji (etanolowa, mlekowa) i biosyntezy (kwasu octowego, kwasu cytrynowego, biomasy, enzymów). Dezintegracja komórek mikroorganizmów w celu uwalniania produktów wewnątrzkomórkowych z zastosowaniem różnych technik.</p> | W1, U1, U2, K1, K2                |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, analiza przypadków, wykład konwencjonalny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                                             |
|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin             | Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie minimum 60% punktów z pisemnego testu (pytania otwarte i zamknięte) oceniającego poziom przyswojenia i zrozumienia wiedzy przekazywanej na wykładzie. |
| laboratoria  | zaliczenie na ocenę | Warunkiem zaliczenia jest obecność na ćwiczeniach, przygotowanie sprawozdań, zaliczenie kolokwiów, aktywny udział w zajęciach.                                                            |





Zarządzanie zrównoważonym rozwojem  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                          |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                                                                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bd870a6.22                                                 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                                                                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki o zarządzaniu i jakości                                                       |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0413Zarządzanie i administracja, 0417Umiejętności związane z miejscem pracy |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 2 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>2.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 20                         |                                   |

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Przedstawić, omówić i sprawdzić rozumienie zagadnień dotyczących zarządzania zrównoważonym rozwojem i strategii zrównoważonego rozwoju. |
| C2 | Omówić zagadnienia dotyczące społecznej odpowiedzialności i scenariuszy przyszłości w zarządzaniu zrównoważonym rozwojem.               |
| C3 | Sprawdzić umiejętności w zakresie krytycznego myślenia, obrony swojego zdania i pracy grupowej.                                         |

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|-----|-------------------|-------------------------------|--------------------|
|-----|-------------------|-------------------------------|--------------------|



| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                          |                                                         |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| W1                                                      | zagadnienia dotyczące zarządzania zrównoważonym rozwojem w kontekście organizacji oraz środowiska;       | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W13,<br>CZR_K2_W14                | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | strategie zrównoważonego rozwoju, indeksy ESG;                                                           | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W13,<br>CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                          |                                                         |                     |
| U1                                                      | dyskutować omawiane kwestie i obronić swoje zdanie;                                                      | CZR_K2_U11                                              | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                          |                                                         |                     |
| K1                                                      | odpowiedzialnego społecznie postępowania z perspektywy indywidualnej i makroekonomicznej oraz przyszłej; | CZR_K2_K05,<br>CZR_K2_K06,<br>CZR_K2_K07                | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | pracy zespołowej i demonstracji publicznej wyników realizacji projektu grupowego.                        | CZR_K2_K05,<br>CZR_K2_K06,<br>CZR_K2_K07                | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| <b>Forma aktywności studenta</b>    | <b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b> |                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                              | 20                                                                         |                    |
| przygotowanie do zajęć              | 10                                                                         |                    |
| przygotowanie projektu              | 15                                                                         |                    |
| rozwiązywanie zadań problemowych    | 10                                                                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>55                                                 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>20                                                 | <b>ECTS</b><br>0.8 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| <b>Lp.</b> | <b>Treści programowe</b>                                                                                                                                                                     | <b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b> |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1.         | Wybrane zagadnienia z zarządzania zrównoważonym rozwojem organizacji (wprowadzenie do zarządzania, cykl życia organizacji, dojrzałość organizacyjna, efektywność i skuteczność zarządzania). | W1, W2                                   |
| 2.         | Zarządzanie zrównoważonym rozwojem z perspektywy makroekonomicznej i globalnej oraz z perspektywy przyszłości.                                                                               | W1, W2, U1, K1, K2                       |
| 3.         | Społeczna odpowiedzialność organizacji (zarządzanie relacjami, współpraca z interesariuszami).                                                                                               | W1, W2, U1, K1, K2                       |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

metody z grupy Student Centered Learning (SCL), metody „odwróconej klasy”, prelekcja ekspercka, prezentacja multimedialna, metody scenariuszowe, tematyczne fragmenty filmów, analiza przypadków, dyskusja, wykład konwersatoryjny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie na ocenę | 1. Aktywna dyskusja podczas zajęć, w tym prezentacja postaw i stanowisk dotyczących tematów przygotowanych w domu i motywujących do aktywności podczas zajęć, wypełnienie arkuszy udostępnionych podczas pierwszych zajęć i stanowiących podstawę zaliczenia przedmiotu (50% oceny z przedmiotu). 2. Projekty tematycznie związane z zajęciami realizowane w grupach 2 lub 3 osobowych i przedstawiane podczas zajęć, w dowolnej postaci (plakat, prezentacja multimedialna, dyskusja moderowana, analiza przypadku, itd.). Zasady oceny projektów omówione na pierwszych zajęciach (50% oceny z przedmiotu). |



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Gospodarka o obiegu zamkniętym Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.220.61a0c3bde2fe0.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 2 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>1.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 15                         |                                   |

### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest zapoznanie studentów z podstawowymi definicjami oraz praktycznymi aspektami transformacji od gospodarki liniowej do gospodarki o obiegu zamkniętym. Pozyskana wiedza umożliwi studentowi zrozumienie związku pomiędzy zmianami w ustawodawstwie lokalnym i międzynarodowym, czynnikami ekonomicznymi oraz wyzwaniem, jakie stawiane są przed naukami chemicznymi w celu obniżenia negatywnych skutków procesu wytwarzania produktów. |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | założenia i cele gospodarki o obiegu zamkniętym, różnice między gospodarką o obiegu zamkniętym i gospodarką liniową, metody wdrażania i monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym, rozumie zależności między zmianami w ustawodawstwie lokalnym i międzynarodowym, czynnikami ekonomicznymi oraz koniecznością rozwoju określonych grup nowoczesnych technologii i procesów chemicznych; | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji związane z negatywnymi skutkami procesu wytwarzania produktów, degradacją środowiska, zużywaniem surowców i możliwością ich regeneracji;                                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |                     |
| U1                                                      | odnaleźć informacje dotyczące nowoczesnych technologii/procesów produkcyjnych/materiałów wspierających wprowadzanie gospodarki o obiegu zamkniętym;                                                                                                                                                                                                                                         | CZR_K2_U04 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | wskazać kluczowe elementy danej technologii stanowiące o innowacyjnym i cyrkularnym charakterze procesu;                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_U07 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CZR_K2_U09 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |                     |
| K1                                                      | poszerzania wiedzy w zakresie zdobywania informacji potrzebnych do oceny szans i zagrożeń zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                                                                                                                                                           | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty.                                                                                                                                                                                                                                                                  | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                   | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>      | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>        | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|-----|-------------------|-----------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1. | Czym jest gospodarka o obiegu zamkniętym? Jakie są wady gospodarki liniowej? Jakie korzyści może przynieść gospodarka o obiegu zamkniętym? Lokalne i międzynarodowe regulacje prawne. Nowe modele biznesowe w gospodarce o obiegu zamkniętym. Nowe możliwości dla biznesu w oparciu o lokalne, zamknięte łańcuchy dostaw i logistykę zwrotną. Wdrażanie oraz wskaźniki gospodarki o obiegu zamkniętym. Baza surowców chemicznych. Recykling i zagospodarowanie odpadów. Ekoprojektowanie i produkty o dłuższej trwałości. Ślad ekologiczny i ocena cyklu życia produktów i usług. Biogospodarka. Rozszerzona odpowiedzialność producenta, zrównoważona produkcja przemysłowa i zrównoważona konsumpcja. Konkurencyjność i innowacyjne technologie dla gospodarki o obiegu zamkniętym. | W1, W2, U1, U2, U3, K1, K2 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

prezentacja multimedialna, analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                 |
|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie na ocenę | ocena aktywności na zajęciach, udział w dyskusji, wykorzystanie materiału przedstawionego podczas wykładu podczas prezentacji |

## Ochrona własności intelektualnej II

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.220.5ca756a6917c8.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki prawne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0421Prawo</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                       |                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 2</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Kontynuacja przedmiotu "Ochrona własności intelektualnej I".                                                                                     |
| C2 | Powtórzenie generalnych zasad ochrony własności intelektualnej.                                                                                  |
| C3 | Poszerzenie wiedzy w zakresie prawa patentowego ze szczególnym uwzględnieniem wynalazków chemicznych, farmaceutycznych oraz biotechnologicznych. |
| C4 | Wprowadzenie nowych zagadnień - ochrony odmian roślin, zwalczania nieuczciwej konkurencji oraz komercjalizacji praw własności intelektualnej.    |

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                                     | Efekty w zakresie                                                                                                                                                                       | Kierunkowe efekty uczenia się            | Metody weryfikacji |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                                                                                                         |                                          |                    |
| W1                                                      | pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz zarządzania zasobami własności intelektualnej;                                                       | CZR_K2_W12,<br>CZR_K2_W13                | zaliczenie pisemne |
| W2                                                      | zasady komercjalizacji praw własności intelektualnej;                                                                                                                                   | CZR_K2_W12,<br>CZR_K2_W13,<br>CZR_K2_W14 | zaliczenie pisemne |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                         |                                          |                    |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji; | CZR_K2_U01                               | zaliczenie pisemne |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                         |                                          |                    |
| K1                                                      | przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.                                                                                                       | CZR_K2_K01,<br>CZR_K2_K03,<br>CZR_K2_K06 | zaliczenie pisemne |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                                      | 15                                                                  |                    |
| samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach | 5                                                                   |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 5                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                 | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Wstęp do prawa własności intelektualnej (rodzaje praw, sposoby uzyskania praw; polskie, europejskie, międzynarodowe zasady ochrony praw własności intelektualnej) | W1, W2, U1, K1                    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2. | Prawo autorskie (źródła prawa, przedmiot, wyłączenia spod ochrony, tzw. domena publiczna; podmiot prawa; treść praw autorskich: osobiste i majątkowe oraz czas ich trwania; prawa pokrewne; dozwolony użytek, cytaty; umowy dot. praw autorskich - przeniesienie autorskich praw majątkowych, licencje, odpowiedzialność z tytułu naruszenia prawa autorskiego; funkcjonowanie organizacji zbiorowego zarządzania; ochrona wizerunku. | W1, W2, U1, K1 |
| 3. | Ochrona baz danych i zbiorów informacji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | W1, W2, U1, K1 |
| 4. | Prawo patentowe (wynałazki w tym wynałazki chemiczne, farmaceutyczne i biotechnologiczne), Konwencja o udzielaniu patentów europejskich, SPC, umowy licencyjne, odpowiedzialność z tytułu naruszenia patentu                                                                                                                                                                                                                          | W1, W2, U1, K1 |
| 5. | Ochrona odmian roślin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | W1, W2, U1, K1 |
| 6. | Zwalczanie nieuczciwej konkurencji, komercjalizacja praw własności intelektualnej                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | W1, W2, U1, K1 |

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia   | Warunki zaliczenia przedmiotu |
|--------------|--------------------|-------------------------------|
| wykład       | zaliczenie pisemne | pisemny test zaliczeniowy     |



Absolwent na rynku pracy  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2A0.5ca75696f1eef.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki socjologiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0031Umiejętności osobowościowe</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                          |                                           |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 2, Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>warsztaty: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest nabycie umiejętności radzenia sobie absolwenta z procedurą rekrutacyjną oraz planowania własnego rozwoju zawodowego |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                                                                               | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                                                                                 |                               |                     |
| W1                                     | podstawowe pojęcia z zakresu prawa pracy oraz wie jak opisać rynek pracy, w tym różne formy przedsiębiorczości proekologicznej; | CZR_K2_W13                    | zaliczenie na ocenę |

| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                |            |                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| U1                                                      | korzystać z różnorodnych źródeł informacji o rynku pracy;                                      | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | przedstawić wyniki badań, a także inne własne osiągnięcia w kontekście procesu rekrutacyjnego; | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | napisać CV i list motywacyjny oraz określić kierunki dalszego rozwoju kompetencji;             | CZR_K2_U09 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                |            |                     |
| K1                                                      | zaplanowania ścieżki kariery zawodowej oraz omówienia zalet i wyzwań samozatrudnienia.         | CZR_K2_K05 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| <b>Forma aktywności studenta</b>                                   | <b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b> |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                                                          | 15                                                                         |                    |
| wykonanie ćwiczeń                                                  | 10                                                                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>25                                                 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>15                                                 | <b>ECTS</b><br>0.6 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>15                                                 | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| <b>Lp.</b> | <b>Treści programowe</b>                                                                                                                                                                                     | <b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b> |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1.         | Prawo pracy, rodzaje umów, obowiązki i prawa pracownika. Etapy rekrutacji: analiza dokumentów, rozmowa kwalifikacyjna, testy, centrum oceny. Formy przedsiębiorczości proekologicznej.                       | W1                                       |
| 2.         | Charakterystyka małopolskiego, krajowego i europejskiego rynku pracy. Źródła informacji o rynku pracy: urzędy pracy, prasa, portale pracodawców, portale społecznościowe, Targi pracy, konferencje branżowe. | U1                                       |
| 3.         | Autoprezentacja - treści, forma, zasady.                                                                                                                                                                     | U2                                       |
| 4.         | Wymagania pracodawców. Przygotowanie dokumentów aplikacyjnych (życiorys, list motywacyjny, kwestionariusz aplikacyjny itp.). Diagnoza własnych potrzeb i możliwości rozwoju kompetencji.                     | U3                                       |
| 5.         | Samozatrudnienie. Podstawy biznes planu. Podstawowe zasady negocjacji.                                                                                                                                       | K1                                       |

### Informacje rozszerzone

**Metody nauczania:**

metody e-learningowe, analiza przypadków, gra dydaktyczna, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, metoda sytuacyjna

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>                                                             |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| warsztaty           | zaliczenie na ocenę     | Obecność i aktywność na zajęciach, zaliczenie wszystkich zadań indywidualnych i grupowych, test. |

Zarządzanie w praktyce A  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2A0.5ca756991a8c5.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki o zarządzaniu i jakości</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0417Umiejętności związane z miejscem pracy</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                       |                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 2, Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest pokazanie przykładów zastosowania zarządzania w dużych (fabryki) i małych (projekty) zespołach/organizacjach |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                        | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                          |                               |                     |
| W1                                     | podstawowe regulacje prawne związane z bezpieczeństwem chemicznym REACH; | CZR_K2_W11                    | zaliczenie na ocenę |

|                                                         |                                                                                                                                                                                              |            |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W2                                                      | uwarunkowania prawne i etyczne w obszarze działalności gospodarczej;                                                                                                                         | CZR_K2_W12 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego;                                                                                                    | CZR_K2_W13 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | ogólne zasady rozwoju form przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę zarówno z zakresu chemii i dziedzin pokrewnych;                                                                        | CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                              |            |                     |
| U1                                                      | zastosować zasady dobrej praktyki laboratoryjnej mając świadomość relacji pomiędzy dobrą praktyką a poziomem zaufania do wyników laboratoryjnych wyrażonych normami i certyfikatami;         | CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | przedstawić wyniki badań własnych w postaci referatu/prezentacji zawierającej opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań; | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                              |            |                     |
| K1                                                      | identyfikacji i rozstrzygania problemów posługując się wnioskowaniem i narzędziami PPS (practical problem solving);                                                                          | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | adaptacji do nowych stresujących sytuacji, w szczególności podczas prezentacji projektu przed gremium menadżerów;                                                                            | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | strukturalnego rozdzielania zadań realizowanych w ramach zajęć i odpowiednio określić ich priorytety w ramach realizacji złożonego zadania.                                                  | CZR_K2_K05 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta             | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                | 15                                                                  |                    |
| zbieranie informacji do zadanej pracy | 8                                                                   |                    |
| przygotowanie dokumentacji            | 2                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>     | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe     | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-----------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Tworzenie biznesplanu | W2, W3, W4, U1, U2, K2            |

|    |                                                                                                                            |            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2. | Proces jako podstawa produkcji przemysłowej                                                                                | W4, U1     |
| 3. | Narzędzia zarządzania bezpieczeństwem w zakładach pracy                                                                    | W1, U1     |
| 4. | Podstawowe zasady zarządzania dotyczące: oczekiwań wobec menadżerów, planowania, organizowania, kierowania i kontrolowania | K2, K3     |
| 5. | Elementy komunikacji interpersonalnej                                                                                      | W2, K1, K2 |
| 6. | Aspekty prawne i etyczne związane z działalnością gospodarczą (w ramach wycieczki)                                         | W2, W3     |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, metoda sytuacyjna

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                                                                       |
|--------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie na ocenę | <ul style="list-style-type: none"> <li>• warunek konieczny: udział w zwiedzaniu fabryki (jeśli będzie zorganizowany)</li> <li>• obecność (wpływa na ocenę)</li> <li>• prezentacja biznesplanu (na ocenę)</li> </ul> |

Zarządzanie w praktyce B  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2A0.5ca756991eaa3.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki o zarządzaniu i jakości</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0417Umiejętności związane z miejscem pracy</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                       |                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 2, Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest pokazanie przykładów zastosowania zarządzania w dużych (fabryki) i małych (projekty) zespołach/organizacjach. |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                        | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                          |                               |                     |
| W1                                     | podstawowe regulacje prawne związane z bezpieczeństwem chemicznym REACH; | CZR_K2_W11                    | zaliczenie na ocenę |

|                                                         |                                                                                                                                                                                              |            |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W2                                                      | uwarunkowania prawne i etyczne w obszarze działalności gospodarczej;                                                                                                                         | CZR_K2_W12 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego;                                                                                                    | CZR_K2_W13 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | ogólne zasady rozwoju form przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę zarówno z zakresu chemii i dziedzin pokrewnych;                                                                        | CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                              |            |                     |
| U1                                                      | zastosować zasady dobrej praktyki laboratoryjnej mając świadomość relacji pomiędzy dobrą praktyką a poziomem zaufania do wyników laboratoryjnych wyrażonych normami i certyfikatami;         | CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | przedstawić wyniki badań własnych w postaci referatu/prezentacji zawierającej opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań; | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                              |            |                     |
| K1                                                      | identyfikacji i rozstrzygania problemów posługując się wnioskowaniem i narzędziami PPS (practical problem solving);                                                                          | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | adaptacji do nowych stresujących sytuacji, w szczególności podczas prezentacji projektu przed gremium menadżerów;                                                                            | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | strukturalnego rozdzielania zadań realizowanych w ramach zajęć i odpowiednio określić ich priorytety w ramach realizacji złożonego zadania.                                                  | CZR_K2_K05 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta             | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie do sprawdzianu          | 2                                                                   |                    |
| zbieranie informacji do zadanej pracy | 8                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>     | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                           | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|---------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Otwarte innowacje, zarządzanie innowacjami. | W3, W4                            |



|    |                                                                                                                      |                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2. | Zarządzanie relacjami z klientem w B2C. Dobór oferty produktowej oraz marketingowej w zależności od rodzaju klienta. | W4             |
| 3. | Regulacje chemiczne, zgodność produktu.                                                                              | W1, W2, U1     |
| 4. | Podstawy zarządzania projektami.                                                                                     | U2, K1, K2, K3 |
| 5. | Finanse w przedsiębiorstwie produkcyjnym.                                                                            | W1, W2         |
| 6. | Zasada działania i podstawowe narzędzia w zarządzaniu chemikaliami w dużym przedsiębiorstwie.                        | W1             |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

debata, giełda pomysłów, studium przypadku, prezentacja multimedialna, dyskusja, metoda projektów

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                    |
|--------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie na ocenę | • obecność (wpływa na ocenę) • zaliczenie (test w formie mieszanej, tzn. częściowo zamknięty, częściowo otwarty) |



## Umiejętności interpersonalne Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                             |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                          |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.2A0.5ca7569bbebc4.22    |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                           |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Psychologia                            |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0031Umiejętności osobowościowe |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                             |
| <b>Obligatoryjność</b><br>fakultatywny                   |                                                             |

|                                       |                                                                                |                                   |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okresy</b><br>Semestr 2, Semestr 4 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>2.0 |
|                                       | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>warsztaty: 30                      |                                   |

### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest nabycie i/lub wyszkolenie umiejętności interpersonalnych i społecznych |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                                                        | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b> |                                                                                                          |                               |                     |
| U1                                     | odnieść zdobytą wiedzę do pokrewnych dyscyplin naukowych oraz pracować w zespołach interdyscyplinarnych; | CZR_K2_U06                    | zaliczenie na ocenę |

| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                               |            |                     |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| K1                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty;                                                                    | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | realnego wypełniania zobowiązań społecznych, podejmowania inicjatyw i uczestniczenia w działaniach na rzecz społeczeństwa, w szczególności w odniesieniu do problemów zrównoważonego rozwoju. | CZR_K2_K07 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                                                          | 30                                                                  |                    |
| przygotowanie do zajęć                                             | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie referatu                                             | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>50                                          | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Komunikacja interpersonalna - komunikacja werbalna i niewerbalna, blokady komunikacyjne, narzędzia skutecznej i efektywnej komunikacji, kanały komunikacyjne.<br>Asertywność - charakterystyka, techniki.<br>Proces grupowy - charakterystyka i mechanizmy działania. Konflikt - analiza konfliktów, strategiczne wzorce rozwiązywania konfliktów, zarządzanie konfliktem w grupie. Negocjacje i mediacje, emocjonalne aspekty negocjacji i mediacji.<br>Reguły wywierania wpływu społecznego - charakterystyka. Zjawisko manipulacji.<br>Inteligencja interpersonalna a kompetencje społeczne - podsumowanie. | U1, K1, K2                        |

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

ćwiczenia laboratoryjne, rozwiązywanie zadań, analiza przypadków, dyskusja, burza mózgów, metoda sytuacyjna

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu |
|--------------|------------------|-------------------------------|
|--------------|------------------|-------------------------------|

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>     |
|---------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| warsztaty           | zaliczenie na ocenę     | obecność na zajęciach, zaliczenie testów |

Micro- and nanoscopy for sensing of materials and chemical reactions  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2A0.61a0c3be8acc3.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Angielski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                           |                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 2, Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>3.0</p> |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Zapoznanie studentów z technikami spektroskopowymi detekcji składu i właściwości fizyko-chemicznych obiektów na poziomie mikro- i nanometrycznym. |
| C2 | Przekazanie wiedzy o zakresie stosowalności technik spektroskopowych.                                                                             |
| C3 | Wyjaśnienie podstaw fizycznych budowy zaawansowanych spektrometrów i prowadzenia pomiaru.                                                         |

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                            |                           |         |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|
| W1                                                      | działanie i zastosowanie zaawansowanej aparatury mikroskopowej;                                                                            | CZR_K2_W01                | egzamin |
| W2                                                      | metody fizykochemiczne i powiązać ich zastosowanie z problemami monitoringu środowiska i badaniem materiałów funkcjonalnych;               | CZR_K2_W03,<br>CZR_K2_W08 | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                            |                           |         |
| U1                                                      | planować prace badawcze z wykorzystaniem nowoczesnej aparatury badawczej;                                                                  | CZR_K2_U02                | egzamin |
| U2                                                      | odnieść zdobytą wiedzę do planowania badań i analiz fizykochemicznych w interdyscyplinarnych pracach związanych ze zrównoważonym rozwojem; | CZR_K2_U06                | egzamin |
| U3                                                      | posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu mikroskopii i nanoskopii;                                                               | CZR_K2_U07                | egzamin |
| U4                                                      | określić zakres wiedzy koniecznej do głębszego zrozumienia nowoczesnych metod fizykochemicznych;                                           | CZR_K2_U09                | egzamin |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                            |                           |         |
| K1                                                      | poszerzania wiedzy w zakresie zdobywania informacji potrzebnych do oceny szans i zagrożeń zrównoważonego rozwoju.                          | CZR_K2_K04                | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta           | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                              | 30                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu           | 43                                                                  |                    |
| uczestnictwo w egzaminie            | 2                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|-----|-------------------|-----------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1. | <p>Wykład omawia zaawansowane techniki mikroskopowe i ich połączenie z detekcją molekularną w nano i mikroskali dla uzyskania chemicznej informacji przestrzennej. Wykład przedstawia podstawowe elementy mikroskopii włączając źródła światła laboratoryjne, synchrotronowe, FEL, urządzenia rozdzielające wiązkę światła, detektory i systemy optyczne dostarczające rozdzielczość przestrzenną na poziomie nano- i mikroskali. Zawiera opis stosowanych technik spektroskopii (FTIR, Raman, fluorescencyjnej) z uwzględnieniem efektów nieliniowych w spektroskopii laserowej (CARS, SRS, SHG) i z wykorzystaniem światła spolaryzowanego liniowo i kołowo (Raman, FTIR, ECD, VCD i ROA). Jak i również konfokalnej mikroskopii optycznej, elektronowej (SEM, TEM, cryo-EM), mikroskopii bliskiego pola (AFM, SNOM, STM). Połączenie spektroskopowych i mikroskopowych technik (SERS, TERS, SEF, nanoIR, STED) jest dyskutowane pod kątem możliwości wykorzystania poszczególnych technik do detekcji składu pierwiastkowego i cząsteczkowego, i warunków wymaganych dla pomiaru. Spektroskopia neutronowa i promieniowania gamma będzie dyskutowana pod kątem badań różnych form krystalicznych i nanomateriałów z wykorzystaniem źródła akceleratorowego.</p> <p>Student uzyskuje wiedzę o podstawowych elementach takiej aparatury oraz wie jak wybrać odpowiedni zestaw aparaturowy, aby badać nano i mikroobiekty w znaczeniu ich topografii i właściwości fizyko-chemicznych. Podane będą przykłady badań nano- i mikromateriałów technologicznych i biologicznych.</p> | W1, W2, U1, U2, U3, U4, K1 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

burza mózgów, analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu |
|--------------|------------------|-------------------------------|
| wykład       | egzamin          | Egzamin testowy               |



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Optimalizacja badań w chemii

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.2A0.61a0c3beebd74.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>fakultatywny                   |                                                          |

|                                       |                                                                                |                                   |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okresy</b><br>Semestr 2, Semestr 4 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>1.0 |
|                                       | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 8, konwersatorium: 7       |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Podsumowanie nabytej wiedzy chemicznej zarówno pod kątem informacji fizykochemicznych które mogą dostarczyć jak również kosztów ekonomicznych i środowiskowych które z sobą niosą. |
| C2 | Zastosowanie nabytej wiedzy do zrównoważonego projektowania badań mających doprowadzić do opracowania nowych produktów.                                                            |

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |



|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                 |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------|
| W1                                                      | zagadnienia z zakresu optymalizacji badań w chemii pozwalające na ocenę zagrożeń środowiskowych i społecznych związanych z działalnością przemysłową i gospodarczą;                                                                                 | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |
| W2                                                      | zagadnienia z zakresu głównych technologii chemicznych stosowanych w optymalizacji badań, potrafi krytycznie ocenić ich wpływ na środowisko oraz zapotrzebowanie na surowce i energię;                                                              | CZR_K2_W04 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |
| W3                                                      | zastosowanie zaawansowanych metod fizykochemicznych i obliczeniowych w optymalizacji badań chemicznych;                                                                                                                                             | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |
| W4                                                      | dylematy współczesnej cywilizacji w kontekście zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                                                              | CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                 |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej;  | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |
| U2                                                      | samodzielnie planować i wykonywać prace badawcze, w tym z użyciem zaawansowanych metod eksperymentalnych stosowanych w optymalizacji badań, oraz krytycznie ocenić wyniki przeprowadzonych badań;                                                   | CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę             |
| U3                                                      | przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanej prezentacji lub sprawozdania, zawierających opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie dla spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju; | CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę             |
| U4                                                      | formułować i weryfikować opinie dotyczące optymalizacji badań w chemii zarówno w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów;                                                                                                                     | CZR_K2_U11 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                 |
| K1                                                      | wykazania się odpowiedzialnością w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych;                                                                                                                                           | CZR_K2_K02 | zaliczenie na ocenę             |
| K2                                                      | stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie optymalizacji badań w chemii;                                                                                                                                       | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |
| K3                                                      | myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy z uwzględnieniem różnorodnych aspektów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                        | CZR_K2_K05 | zaliczenie na ocenę             |
| K4                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty.                                                                                                                          | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę, zaliczenie |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| wykład                    | 8                                                                   |

|                                     |                            |                    |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| konwersatorium                      | 7                          |                    |
| przygotowanie raportu               | 7                          |                    |
| przygotowanie do zajęć              | 3                          |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>25 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>15 | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efekty uczenia się dla przedmiotu              |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.  | Omówienie poznanych w trakcie studiów metod teoretycznych i eksperymentalnych pod kątem możliwości ich zastosowań w badaniach na nowymi produktami chemicznymi. Omówienie kosztów ekonomicznych i środowiskowych towarzyszących zastosowaniu poznanych metod. Dyskusja nad kolejnością użycia poszczególnych metod badawczych w opracowaniu nowego produktu, uwzględniająca minimalizację powstających podczas badań szkód środowiskowych oraz kosztów badań. Połączenie metod teoretycznych, eksperymentalnych i studiów literaturowych w prowadzeniu badań nad nowymi produktami. Wypracowanie zasad dotyczących dobrych praktyk podczas badań nad nowym produktem chemicznym, prowadzących do znalezienia/zaprojektowania związku o potrzebnych właściwościach oraz opracowania metody jego produkcji. Rozważenie przykładów badań nad nowymi produktami dla różnych gałęzi przemysłu związanego z chemią. Dyskusja przykładowych badań przemysłowych. Przykłady badań są omawiane w celu zrozumienia wyboru odpowiednich metod i kolejności ich użycia, w celu opracowania nowatorskiego produktu przy jak najmniejszym nakładzie czasu, pracy kosztów i strat środowiskowych. Próby zaprojektowania zrównoważonych badań nad nowymi produktami z uwzględnieniem specyfiki różnych gałęzi przemysłu. | W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1, K2, K3, K4 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, analiza przypadków, dyskusja, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny, burza mózgów, seminarium

| Rodzaj zajęć   | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                                                        |
|----------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład         | zaliczenie          | Obecność na wykładach.                                                                                                                                                                               |
| konwersatorium | zaliczenie na ocenę | Opracowanie zadanego tematu: przygotowanie i przedstawienie raportu w postaci zaplanowanych badań mających prowadzić przy potencjalnie jak najmniejszych kosztach do uzyskania zakładanego produktu. |



## Spektroskopowa analiza in situ biomateriałów Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.2A0.61a0c3bf5e4a3.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>fakultatywny                   |                                                          |

|                                       |                                                                    |                                   |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okresy</b><br>Semestr 2, Semestr 4 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>egzamin | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |
|                                       | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 30             |                                   |

### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Zapoznanie studentów z technikami spektroskopowymi analizy biomateriałów               |
| C2 | Zapoznanie się z przykładami stosowania wybranych technik obrazowania spektroskopowego |
| C3 | Nabywanie umiejętności interpretacji parametrów widmowych                              |

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                  |                               |                    |
| W1                                     | pojęcie biomateriałów i sposoby ich próbkowania; | CZR_K2_W01                    | egzamin            |

|                                                         |                                                                                                                   |            |         |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| W2                                                      | podstawy fizyczne metod in situ oraz zakres ich stosowalności dla badań materiałów funkcjonalnych;                | CZR_K2_W08 | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                   |            |         |
| U1                                                      | dobrac odpowiednią metodę do typu analizy in situ biologicznego czynnego układu;                                  | CZR_K2_U02 | egzamin |
| U2                                                      | odnieść zdobytą wiedzę do planowania badań w interdyscyplinarnych pracach;                                        | CZR_K2_U06 | egzamin |
| U3                                                      | posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu analizy in situ biofunkcjonalnych układów;                     | CZR_K2_U07 | egzamin |
| U4                                                      | określić zakres wiedzy koniecznej do głębszego zrozumienia analizy in situ w problemach środowiskowych;           | CZR_K2_U09 | egzamin |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                   |            |         |
| K1                                                      | przestrzegania i współtworzenia etosu badacza i poszanowania własności intelektualnej;                            | CZR_K2_K03 | egzamin |
| K2                                                      | poszerzania wiedzy w zakresie zdobywania informacji potrzebnych do oceny szans i zagrożeń zrównoważonego rozwoju. | CZR_K2_K04 | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta           | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                              | 30                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu           | 43                                                                  |                    |
| uczestnictwo w egzaminie            | 2                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | <p>W ramach kursu studenci zapoznają się z podstawami fizykochemicznymi metod spektroskopowych stosowanymi w analizie próbek biologicznych i materiałów. Poznają zakres stosowania różnych technik spektroskopii dwuwymiarowej, takich jak obrazowanie ramanowskie, obrazowanie FT-IR, obrazowanie fluorescencyjne, MRI, obrazowanie AFM/Raman, spektroskopia korelacyjna 2D.</p> <p>Wykład obejmuje zakresy tematyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Techniki 2D: obrazowanie, rozdzielczości, konfokalność, sprzężenie technik spektroskopowych i mikroskopowych,</li> <li>- Biocujniki oparte na rejestracji sygnału spektralnego, w tym fluorescencyjne, ramanowskie, powierzchniowych plazmonów.</li> </ul> | W1, W2, U1, U2, U3, U4, K1, K2    |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

burza mózgów, analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu |
|--------------|------------------|-------------------------------|
| wykład       | egzamin          | Egzamin testowy               |

## Spektroskopie chiralooptyczne w badaniach materiałów funkcjonalnych

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2A0.61a0c3bfb9e95.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                               |                                           |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 2, Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 20, konwersatorium: 10</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>3.0</p> |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Zapoznanie studentów z podstawami fizyko-chemicznymi spektroskopii chiralooptycznych oraz możliwościami ich zastosowania do badań materiałów funkcjonalnych |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie                             | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji           |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                               |                               |                              |
| W1                                     | podstawowe pojęcia związane z tematyką kursu; | CZR_K2_W08                    | zaliczenie na ocenę, egzamin |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                               |                           |                              |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| W2                                                      | podstawy fizykochemiczne omawianych spektroskopii chiralooptycznych;                                                                                                                                          | CZR_K2_W08                | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| W3                                                      | podstawy budowy spektrometrów chiralooptycznych;                                                                                                                                                              | CZR_K2_W08                | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| W4                                                      | możliwości użycia metod chiralooptycznych w badaniach funkcjonalnych materiałów, ich zalety oraz ograniczenia;                                                                                                | CZR_K2_W03,<br>CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                               |                           |                              |
| U1                                                      | zinterpretować podstawowe parametry widmowe w widmach chiralooptycznych;                                                                                                                                      | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U02 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| U2                                                      | poddać krytycznej analizie widma chiralooptyczne funkcjonalnych materiałów;                                                                                                                                   | CZR_K2_U02                | zaliczenie na ocenę          |
| U3                                                      | posługiwać się językiem angielskim w stopniu wystarczającym do rozumienia aktualnej literatury dotyczącej tematyki kursu;                                                                                     | CZR_K2_U07                | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| U4                                                      | w sposób popularno-naukowy przedstawić najnowsze wyniki badań naukowych dotyczących zastosowań spektroskopii chiralooptycznych do badania funkcjonalnych materiałów;                                          | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U03 | zaliczenie na ocenę          |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                               |                           |                              |
| K1                                                      | pogłębiania wiedzy w zakresie spektroskopii chiralooptycznych w kontekście badania materiałów funkcjonalnych;                                                                                                 | CZR_K2_K04                | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| K2                                                      | aktualizowania nabytej wiedzy w oparciu o bieżącą literaturę naukową i wykazania krytycyzmu i selektywności w procesie zbierania informacji w celu praktycznego i odpowiedzialnego stosowania nabytej wiedzy. | CZR_K2_K06                | zaliczenie na ocenę, egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta           | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                              | 20                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu           | 19                                                                  |                    |
| uczestnictwo w egzaminie            | 1                                                                   |                    |
| przygotowanie do zajęć              | 25                                                                  |                    |
| konwersatorium                      | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Efekty uczenia się dla przedmiotu      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1.  | podstawowe pojęcia (chiralność, chiralność a symetria, polaryzacja liniowa i kołowa światła, skręcalność optyczna), podstawy fizykochemiczne spektroskopii chiralooptycznych (dyspersja skręcalności optycznej, elektronowy i wibracyjny dichroizm kołowy, ramanowska aktywność optyczna, luminescencja spolaryzowana kołowo), schematy blokowe spektrometrów chiralooptycznych | W1, W2, W3, U3, K1, K2                 |
| 2.  | analiza parametrów widmowych, interpretacja przykładowych widm materiałów funkcjonalnych                                                                                                                                                                                                                                                                                        | W1, W2, W4, U1, U2, U3, U4, K1, K2     |
| 3.  | przykłady zastosowań omawianych technik chiralooptycznych do analizy materiałów funkcjonalnych, aspekty praktyczne dotyczące zastosowania omawianych metod w analizie materiałów (informacje wynikające z widm chiralooptycznych, użyteczność, zalety i wady)                                                                                                                   | W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1, K2 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny, burza mózgów, seminarium

| Rodzaj zajęć   | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                                       |
|----------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład         | egzamin             | Obecność na zajęciach, zaliczenie egzaminu testowego obejmującego materiał omawiany w ramach kursu. Ocena końcowa z kursu jest średnią ocen uzyskanych z egzaminu i konwersatorium. |
| konwersatorium | zaliczenie na ocenę | Przygotowanie i przedstawienie prezentacji multimedialnej związanej z tematyką kursu, zaliczenie na ocenę prezentacji multimedialnej.                                               |





## Spektroskopia ramanowska w analizie materiałów kompozytowych i nanomateriałów dla zrównoważonego rozwoju

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.2A0.61a0c3c020578.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>fakultatywny                   |                                                          |

|                                       |                                                                                |                                   |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okresy</b><br>Semestr 2, Semestr 4 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>1.0 |
|                                       | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>wykład: 15                         |                                   |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Głównym celem kursu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami spektroskopii ramanowskiej w specyfice badania złożonych materiałów kompozytowych i nanomateriałów oraz zrozumienie wyników tych badań. |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| W1                                                      | w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych pozwalającą na ocenę zagrożeń środowiskowych i społecznych związanych z działalnością przemysłową i gospodarczą;                                          | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | zastosowanie zaawansowanych metod fizykochemicznych i obliczeniowych w badaniach materiałów funkcjonalnych;                                                                                                                                        | CZR_K2_W08 | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu produkcji, magazynowania oraz zrównoważonego wykorzystania energii;                                                                                                                                    | CZR_K2_W06 | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia z zakresu podstawowych procesów biotechnologicznych i rozumie ich znaczenie dla zrównoważonego rozwoju społecznego i gospodarczego;                                                                                                    | CZR_K2_W09 | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | dylematy współczesnej cywilizacji w kontekście zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                                                             | CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej; | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | stosować wybrane metody obliczeniowe do modelowania materiałów funkcjonalnych;                                                                                                                                                                     | CZR_K2_U08 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                     |
| K1                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty.                                                                                                                         | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta             | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie do testu zaliczeniowego | 7                                                                   |                    |
| przygotowanie do zajęć                | 3                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>     | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Kurs ma na celu zapoznanie studentów z mechanizmem zjawiska rozproszenia światła, w aspekcie stosowanych nowoczesnych metod i możliwości pomiarowych. Następnie ze sposobami badania procesu planowania, przygotowania i pracy katalizatorów. Możliwości analizy materiałów węglowych, badania węgla aktywnych, wytwarzanie, zastosowania dla potrzeb środowiska. Wskazanie polimerów degradowalnych, biodegradowalnych, biokompozytów. Tworzywa ceramiczne, analiza obszarów zastosowań ze względu na oszacowane właściwości. Przykłady testów on-line. | W1, W2, W3, W4, W5, U1, U2, K1    |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu       |
|--------------|---------------------|-------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie na ocenę | Ocenę końcową stanowi ocena z testu |

## Mikroporowate materiały w chemii zrównoważonego rozwoju

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2A0.61a0c3c07aa91.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                           |                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 2, Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>1.0</p> |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Głównym celem kursu jest przekazanie wiedzy dotyczącej funkcji i możliwości mikroporowatych materiałów w rozwoju dziedziny chemii zrównoważonego rozwoju. |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                             | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Wiedzy - Student zna i rozumie: |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                               |                           |         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|
| W1                                                      | najważniejsze parametry mikroporowatych materiałów, rządzące możliwościami jakie te materiały oferują w procesach przebiegających zgodnie z zasadami chemii zrównoważonego rozwoju, jak również potrafi je krytycznie ocenić;                 | CZR_K2_W07,<br>CZR_K2_W08 | egzamin |
| W2                                                      | przykłady zastosowania koncepcji chemii zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do mikroporowatych materiałów, potrafi wyjaśnić rolę jaką pełnią mikroporowate materiały w chemii zrównoważonego rozwoju;                                        | CZR_K2_W04,<br>CZR_K2_W08 | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                               |                           |         |
| U1                                                      | wykorzystać wiedzę i umiejętności zdobyte na I stopniu studiów do przedstawiania właściwości materiałów mikroporowatych mogących pozytywnie wpływać na ich zastosowanie w procesach uwzględniających koncepcje chemii zrównoważonego rozwoju; | CZR_K2_U04,<br>CZR_K2_U11 | egzamin |
| U2                                                      | krytycznie porównać właściwości różnych materiałów mikroporowatych oraz innych materiałów znajdujących zastosowanie w procesach uwzględniających koncepcję chemii zrównoważonego rozwoju;                                                     | CZR_K2_U04,<br>CZR_K2_U11 | egzamin |
| U3                                                      | zrozumieć potencjał stosowania mikroporowatych materiałów w dziedzinie chemii zrównoważonego rozwoju, oraz rozumie potrzebę dalszego pogłębiania wiedzy na temat tych materiałów;                                                             | CZR_K2_U01,<br>CZR_K2_U11 | egzamin |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                               |                           |         |
| K1                                                      | samodzielnego poszukiwania oraz krytycznej oceny informacji dotyczących roli mikroporowatych materiałów w dziedzinie chemii zrównoważonego rozwoju.                                                                                           | CZR_K2_K04                | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta           | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                              | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu           | 8                                                                   |                    |
| uczestnictwo w egzaminie            | 2                                                                   |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>25                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>15                                          | <b>ECTS</b><br>0.6 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Nowoczesne metody syntezy materiałów mikroporowatych oraz materiałów zeolitopodobnych na drodze procesów uwzględniających koncepcję chemii zrównoważonego rozwoju. Mikroporowate materiały w zrównoważonych procesach produkcji chemikaliów oraz paliw. Katalityczny kraking fluidalny. Proces konwersji alkoholi do olefin. Konwersja biomasy z wykorzystaniem zeolitów. Membrany i cienkie warstwy zeolitowe. Materiały mikroporowate w procesach wymiany jonowej, adsorpcji i separacji związków z uwzględnieniem koncepcji chemii zrównoważonego rozwoju. | W1, W2, U1, U2, U3, K1            |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                  |
|--------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin          | ocena końcowa z kursu jest oceną z egzaminu pisemnego przeprowadzonego po zakończeniu wykładów |

## Synteza katalizatorów i sorbentów

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2A0.61a0c3c0d4bd8.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                               |                                                                                                                                                               |                                           |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okresy</b><br/>Semestr 2, Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 15, konwersatorium: 15</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>3.0</p> |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest opanowanie od strony teoretycznej i podstaw praktycznych ścieżek syntezy wybranych klas katalizatorów i sorbentów wykorzystywanych w procesach technologicznych kluczowych z kontekście zrównoważenia. |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                              |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------|
| W1                                                      | główne technologie otrzymywania katalizatorów i sorbentów i rozumie ich wpływ na środowisko oraz zapotrzebowanie na surowce i energię;                                                                                                                                                        | CZR_K2_W01 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| W2                                                      | potrzebę doboru odpowiednich metod dla realizacji zrównoważonych procesów środowiskowych i wie jak syntezować materiały funkcjonalne (katalizatory i sorbenty);                                                                                                                               | CZR_K2_W07 | zaliczenie na ocenę          |
| W3                                                      | pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej, prawa autorskiego i zarządzania zasobami własności intelektualnej oraz zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości proekologicznej w odniesieniu do preparatyki katalizatorów i sorbentów;                          | CZR_K2_W13 | zaliczenie na ocenę          |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                              |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji dot. preparatyki katalizatorów i sorbentów w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej; | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę, egzamin |
| U2                                                      | formułować opinie dotyczące syntezy katalizatorów i sorbentów oraz odpowiednio argumentować swoje poglądy;                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_U11 | zaliczenie na ocenę          |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                              |
| K1                                                      | stałego poszerzania uzyskanej na zajęciach wiedzy, z uwzględnianiem opinii ekspertów;                                                                                                                                                                                                         | CZR_K2_K04 | zaliczenie na ocenę          |
| K2                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej na zajęciach wiedzy i umiejętności.                                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę, egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                                      | 15                                                                  |                    |
| konwersatorium                                              | 15                                                                  |                    |
| rozwiązywanie zadań problemowych                            | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie do testu zaliczeniowego                       | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 15                                                                  |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut



## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | <p>Kataliza i katalizatory, sorpcja i sorbenty – definicje i pojęcia podstawowe. Mechanizm działania katalizatora. Katalizatory homogeniczne i heterogeniczne. Problem skali i podejście hierarchiczne w badaniach katalitycznych. Prekursory, nośniki, fazy aktywne - przegląd najważniejszych parametrów determinujących strukturę katalizatora heterogenicznego. Rola nośnika oraz warunków obróbki termicznej w optymalizacji architektury powierzchniowej. Katalizatory przemysłowe - problem skalowania i formowania. Przegląd najważniejszych typów układów katalitycznych z punktu widzenia ścieżek ich preparatyki: tlenkowe katalizatory lite, metaliczne i tlenkowe katalizatory nośnikowe, katalizatory bimetaliczne, zeolity i sita molekularne, katalizatory homogeniczne (heterogenizacja) i biokatalizatory, katalizatory kompozytowe. Podstawy najczęściej stosowanych metod syntezy: impregnacja, wytrącanie, wymiana jonowa, depozycja z fazy gazowej, zol-żel, piroliza, synteza hydrotermalna, techniki mikroemulsyjne, Wspomagane obliczeniowo projektowanie katalizatorów. Potwierdzanie skuteczności wybranej metody preparatywnej - najbardziej informatywne metody strukturalnej, teksturalnej i spektroskopowej charakterystyki katalizatorów. Zastosowanie technik temperaturowo-programowanych w badaniach katalizatorów. Rodzaje i obszary stosowalności najczęściej używanych sorbentów naturalnych i syntetycznych: węgiel aktywny, sita molekularne, mezoporowate układy tlenkowe, sorbenty polimerowe, materiały ilaste. Metody syntezy katalizatorów i sorbentów z punktu widzenia zrównoważenia.</p> | W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2        |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

dyskusja, wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny, seminarium

| Rodzaj zajęć   | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu |
|----------------|---------------------|-------------------------------|
| wykład         | egzamin             | egzamin pisemny               |
| konwersatorium | zaliczenie na ocenę | test                          |



Konteksty zrównoważonego rozwoju  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.240.61a0c3c22152a.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 3 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>2.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>warsztaty: 30                      |                                   |

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest praktyczne skonfrontowanie się studentów z wybranymi aktualnymi zagadnieniami zrównoważonego rozwoju oraz wypracowanie strategii odniesienia się do nich w oparciu o podstawy naukowe i obecny stan wiedzy. |
| C2 | Celem kształcenia jest poszerzenie metodologii i bazy interpretacyjnej wykorzystywanej w odniesieniu do zagadnień zrównoważonego rozwoju obecnych zarówno w debacie naukowej, jak i pojawiających się w przestrzeni publicznej.    |

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|-----|-------------------|-------------------------------|--------------------|
|-----|-------------------|-------------------------------|--------------------|

| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                        |                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| W1                                                      | kompleksowy charakter zrównoważonego rozwoju i wie, jak dokonać oceny zrównoważenia ekologicznego, społecznego i ekonomicznego w odniesieniu do omawianych technologii i procesów; | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W04,<br>CZR_K2_W09,<br>CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | wpływ poszczególnych czynników na stopień zrównoważenia omawianych technologii i procesów;                                                                                         | CZR_K2_W02,<br>CZR_K2_W04,<br>CZR_K2_W05,<br>CZR_K2_W06,<br>CZR_K2_W14 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                        |                     |
| U1                                                      | przeanalizować daną technologię lub proces pod kątem kryteriów zrównoważenia;                                                                                                      | CZR_K2_U04,<br>CZR_K2_U05,<br>CZR_K2_U10,<br>CZR_K2_U11                | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | zaprezentować daną technologię w kontekście zrównoważonego rozwoju dokonując jej krytycznej oceny;                                                                                 | CZR_K2_U04,<br>CZR_K2_U05,<br>CZR_K2_U06,<br>CZR_K2_U10,<br>CZR_K2_U11 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                    |                                                                        |                     |
| K1                                                      | realizacji projektów w grupach;                                                                                                                                                    | CZR_K2_K01,<br>CZR_K2_K04                                              | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | upowszechniania koncepcji zrównoważonego rozwoju.                                                                                                                                  | CZR_K2_K04,<br>CZR_K2_K07                                              | zaliczenie na ocenę |

### **Bilans punktów ECTS**

| <b>Forma aktywności studenta</b>                                   | <b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b> |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                                                          | 30                                                                         |                    |
| przygotowanie do zajęć                                             | 10                                                                         |                    |
| przygotowanie referatu                                             | 10                                                                         |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>50                                                 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>30                                                 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30                                                 | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### **Treści programowe**

| <b>Lp.</b> | <b>Treści programowe</b> | <b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b> |
|------------|--------------------------|------------------------------------------|
|------------|--------------------------|------------------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. | <p>Analiza wybranych procesów i technologii głównie chemicznych i energetycznych pod kątem zrównoważenia. W trakcie zajęć opracowywane są zestawy efektywnych wskaźników pozwalających na dokonanie pełnej oceny zrównoważenia danego procesu lub technologii głównie w aspekcie ekologicznym, ale z uwzględnieniem także aspektów zrównoważenia ekonomicznego i społecznego. Istotnym elementem będzie wykazanie dla przypadku, że zrównoważenie procesowe, tak jak zrównoważony rozwój, ma charakter holistyczny i dopiero osiągnięcie zrównoważenia we wszystkich obszarach daje możliwość określenia danego procesu czy technologii mianem zrównoważonego/zrównoważonej. Dla poszczególnych etapów danego procesu analizowane są takie kryteria, jak: zmiany klimatyczne, zubażanie stratosferycznej warstwy ozonowej, powstawanie ozonu fotochemicznego, acydifikacja, eutrofizacja, zrzuty materii organicznej do wód, zrzuty innych substancji szkodliwych do środowiska, emisje substancji toksycznych, możliwość zastosowania katalizatorów, ekspozycje w środowisku pracy, elementy bezpieczeństwa podstawowego i procesowego oraz powiązanego (tzw. nieodłącznego).</p> | W1, W2, U1, U2, K1, K2 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

debata, giełda pomysłów, prezentacja multimedialna, analiza przypadków, dyskusja, metoda projektów

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                                       |
|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| warsztaty    | zaliczenie na ocenę | obecność na zajęciach, aktywność i udział w dyskusjach, opracowywanie studiów przypadku oraz realizacja projektu warsztatowego o tematyce uzgodnionej z prowadzącym w trakcie zajęć |

Seminarium magisterskie  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>obowiązkowy</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.2C0.5ca756a7bc568.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                         |                                           |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 3</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>-</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>seminarium: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>0.0</p> |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                           |                                           |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 4</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>seminarium: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>4.0</p> |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | <p>Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta praktycznych umiejętności planowania badań naukowych oraz interpretacji i prezentacji ich wyników oraz prowadzenia dyskusji naukowej. W ramach zajęć, oprócz zagadnień odnoszących się bezpośrednio do realizowanych przez studentów prac badawczych, prowadzone są dyskusje odnoszące się do podstawowych problemów transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej uwzględniającej osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju.</p> |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                                     | Efekty w zakresie                                                                                                                                                                                                                                              | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                     |
| W1                                                      | zagadnienia z zakresu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych, w szczególności bezpośrednio związaną z tematyką realizowanej pracy magisterskiej;                                                                                                         | CZR_K2_W01                    | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | kierunki transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej uwzględniającej osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                      | CZR_K2_W02                    | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zagadnienia dotyczące uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną;                                                                                                                                                       | CZR_K2_W12                    | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | dylematy współczesnej cywilizacji w kontekście zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                                                                         | CZR_K2_W14                    | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji w szczególności w odniesieniu do tematyki realizowanej pracy magisterskiej; | CZR_K2_U01                    | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanej prezentacji lub sprawozdania, zawierających opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie dla spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju;            | CZR_K2_U03                    | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | określić kierunki dalszego uczenia się, rozumie konieczność samokształcenia i potrafi planować i realizować własne uczenie się przez całe życie jak również ukierunkowywać innych w tym zakresie;                                                              | CZR_K2_U09                    | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | formułować opinie dotyczące kwestii zawodowych oraz argumentować na ich rzecz zarówno w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów;                                                                                                                         | CZR_K2_U11                    | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                     |
| K1                                                      | wykonywania obowiązków zawodowych z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością;                                                                                                                                                                     | CZR_K2_K01                    | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | przestrzegania i współtworzenia etosu badacza, poszanowania własności intelektualnej i świadomego odgrywania roli w środowisku zawodowym i społecznym;                                                                                                         | CZR_K2_K03                    | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnianiem opinii ekspertów, w zakresie oceny szans i zagrożeń dotyczących transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej;                                                                                     | CZR_K2_K04                    | zaliczenie na ocenę |
| K4                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty;                                                                                                                                     | CZR_K2_K06                    | zaliczenie na ocenę |

|    |                                                                                                                                                                                               |            |                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| K5 | realnego wypełniania zobowiązań społecznych, podejmowania inicjatyw i uczestniczenia w działaniach na rzecz społeczeństwa, w szczególności w odniesieniu do problemów zrównoważonego rozwoju. | CZR_K2_K07 | zaliczenie na ocenę |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|

## Bilans punktów ECTS

### Semestr 3

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| seminarium                                                  | 30                                                                  |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej                    | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>50                                          | <b>ECTS</b><br>0.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Semestr 4

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| seminarium                                                  | 30                                                                  |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 10                                                                  |                    |
| przygotowanie prezentacji multimedialnej                    | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>50                                          | <b>ECTS</b><br>4.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|-----|-------------------|-----------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. | <p>W ramach seminarium magisterskiego studenci przedstawiają w formie prezentacji multimedialnych problematykę realizowanej pracy magisterskiej oraz uzyskane wyniki i ich interpretację. Po każdej prezentacji odbywa się dyskusja z aktywnym uczestnictwem słuchaczy dotycząca tematyki prezentacji oraz formy w jakiej prelegent przedstawił zagadnienia związane z pracą dyplomową. Uwagę zwraca się również na umiejętność analizy przedstawianych danych, formułowania wniosków oraz krytyczne podejście do uzyskanych wyników. Dodatkowo, podczas zajęć studenci zostają zaznajomieni z zagadnieniami związanymi z zasadami przygotowania i wymaganiami dotyczącymi prac magisterskich, oraz przebiegiem obron prac dyplomowych. W ramach zajęć prowadzone są dyskusje odnoszące się do podstawowych problemów transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej uwzględniającej osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju.</p> | W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1, K2, K3, K4, K5 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|

## Informacje rozszerzone

### Semestr 3

#### Metody nauczania:

studenckie prezentacje multimedialne, dyskusja

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu                                    |
|--------------|------------------|------------------------------------------------------------------|
| seminarium   |                  | Ocena prezentacji studenta oraz aktywność w dyskusjach naukowych |

### Semestr 4

#### Metody nauczania:

studenckie prezentacje multimedialne, dyskusja

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                    |
|--------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| seminarium   | zaliczenie na ocenę | Ocena prezentacji studenta oraz aktywność w dyskusjach naukowych |





UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

Pracownia magisterska  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                          |                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                       |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.2C0.5ca756a7c87f2.22 |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                        |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki chemiczne                     |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0531Chemia                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                          |
| <b>Obligatoryjność</b><br>obowiązkowy                    |                                                          |

|                           |                                                              |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 3 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>- | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>0.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>laboratoria: 200 |                                   |

|                           |                                                                                |                                    |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 4 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>46.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>laboratoria: 300                   |                                    |

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest zdobycie przez studenta praktycznych umiejętności prowadzenia badań naukowych obejmujących planowanie prac badawczych, ich realizację, opracowanie wyników wraz z ich interpretacją wraz z odniesieniem do wyników badań z tego zakresu dostępnych literaturze naukowej i patentowej oraz przygotowanie pracy magisterskiej. |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                                     | Efekty w zakresie                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                     |
| W1                                                      | w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych, w szczególności odnosząc się do tematyki realizowanej pracy magisterskiej;                                                                                                                          | CZR_K2_W01                    | zaliczenie na ocenę |
| W2                                                      | zastosowanie zaawansowanych metod fizykochemicznych i obliczeniowych w badaniach objętych realizacją pracy dyplomowej;                                                                                                                                                                        | CZR_K2_W08                    | zaliczenie na ocenę |
| W3                                                      | zagadnienia z zakresu BHP oraz odpowiednie regulacje prawne umożliwiające stosowanie nabytej wiedzy w praktyce;                                                                                                                                                                               | CZR_K2_W11                    | zaliczenie na ocenę |
| W4                                                      | zagadnienia dotyczące uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową;                                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_W12                    | zaliczenie na ocenę |
| W5                                                      | pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej, prawa autorskiego i zarządzania zasobami własności intelektualnej;                                                                                                                                                                 | CZR_K2_W13                    | zaliczenie na ocenę |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                     |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej;                                            | CZR_K2_U01                    | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | samodzielnie planować i wykonywać prace badawcze, w tym z użyciem zaawansowanych metod eksperymentalnych oraz krytycznie ocenić wyniki przeprowadzonych badań;                                                                                                                                | CZR_K2_U02                    | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | przedstawić wyniki własnych badań w postaci samodzielnie przygotowanej prezentacji lub sprawozdania, zawierających opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie dla spełnienia kryteriów zrównoważonego rozwoju;                                           | CZR_K2_U03                    | zaliczenie na ocenę |
| U4                                                      | formułować opinie dotyczące kwestii zawodowych oraz argumentować na ich rzecz zarówno w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów;                                                                                                                                                        | CZR_K2_U11                    | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                     |
| K1                                                      | wykonywania obowiązków zawodowych z wysokim profesjonalizmem, rzetelnością i sumiennością;                                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_K01                    | zaliczenie na ocenę |
| K2                                                      | wykazania się odpowiedzialnością w planowaniu, wykonywaniu oraz analizie wyników badań eksperymentalnych, ponadto jest świadomy zagrożeń związanych z wykonywaną pracą badawczą i zawodową, przygotowany do stosowania zasad dobrej praktyki laboratoryjnej oraz zasad BHP w środowisku pracy | CZR_K2_K02                    | zaliczenie na ocenę |
| K3                                                      | stałego poszerzania wiedzy, z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie oceny szans i zagrożeń dotyczących transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej.                                                                                                                          | CZR_K2_K04                    | zaliczenie na ocenę |

## Bilans punktów ECTS

### Semestr 3

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| laboratoria                                                        | 200                                                                 |                    |
| przeprowadzenie badań literaturowych                               | 100                                                                 |                    |
| analiza i przygotowanie danych                                     | 100                                                                 |                    |
| przygotowanie pracy dyplomowej                                     | 50                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                |                                                                     |                    |
|                                                                    | <b>Liczba godzin</b><br>450                                         | <b>ECTS</b><br>0.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  |                                                                     |                    |
|                                                                    | <b>Liczba godzin</b><br>200                                         | <b>ECTS</b><br>8.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> |                                                                     |                    |
|                                                                    | <b>Liczba godzin</b><br>200                                         | <b>ECTS</b><br>8.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Semestr 4

| Forma aktywności studenta                                          | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                     |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------|
| laboratoria                                                        | 300                                                                 |                     |
| przeprowadzenie badań literaturowych                               | 50                                                                  |                     |
| analiza i przygotowanie danych                                     | 150                                                                 |                     |
| przygotowanie pracy dyplomowej                                     | 200                                                                 |                     |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                |                                                                     |                     |
|                                                                    | <b>Liczba godzin</b><br>700                                         | <b>ECTS</b><br>46.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  |                                                                     |                     |
|                                                                    | <b>Liczba godzin</b><br>300                                         | <b>ECTS</b><br>12.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> |                                                                     |                     |
|                                                                    | <b>Liczba godzin</b><br>300                                         | <b>ECTS</b><br>12.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-------------------|-----------------------------------|
|     |                   |                                   |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1. | <p>Pracownia magisterska obejmuje realizację wszystkich prac badawczych bezpośrednio związanych w przygotowaniu pracy dyplomowej. Wszystkie prace dyplomowe realizowane na Wydziale Chemii UJ mają charakter badawczy. Magistranci mają możliwość korzystania z zaawansowanej aparatury naukowej dostępnej w laboratoriach badawczych Wydziału, po odpowiednim przeszkoleniu lub pod opieką pracownika. Strategia prowadzonych prac badawczych jest ustalana z promotorem, a wyniki badań i hipotezy badawcze są z nim dyskutowane. Uzupełniającym elementem Pracowni Magisterskiej są studia literaturowe, na początku, wprowadzające studenta w tematykę pracy magisterskiej, a później stanowiące podstawę do interpretacji wyników oraz odniesienia do aktualnego stanu badań w zakresie tematyki pracy dyplomowej. Wyniki przeprowadzonych prac badawczych stanowią podstawę do przygotowania manuskryptu pracy magisterskiej, który również podlega weryfikacji przez promotora. Część prac magisterskich stanowi podstawę do przygotowania publikacji naukowych z udziałem magistrantów.</p> | W1, W2, W3, W4, W5,<br>U1, U2, U3, U4, K1, K2,<br>K3 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|

## Informacje rozszerzone

### Semestr 3

#### Metody nauczania:

prace badawcze, opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu pracy dyplomowej, konsultacje, dyskusja

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                    |
|--------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| laboratoria  |                  | realizacja zaplanowanych w ramach pracy magisterskiej badań oraz pozytywna ocena manuskryptu pracy magisterskiej |

### Semestr 4

#### Metody nauczania:

prace badawcze, opracowanie i interpretacja wyników, przygotowanie manuskryptu pracy dyplomowej, konsultacje, dyskusja

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                    |
|--------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| laboratoria  | zaliczenie na ocenę | realizacja zaplanowanych w ramach pracy magisterskiej badań oraz pozytywna ocena manuskryptu pracy magisterskiej |



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Edukacja dla zrównoważonego rozwoju Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

|                                                          |                                                               |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>chemia zrównoważonego rozwoju | <b>Cykl kształcenia</b><br>2022/23                            |
| <b>Ścieżka</b><br>-                                      | <b>Kod przedmiotu</b><br>UJ.WChCZRS.240.61a0c3c298c0f.22      |
| <b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Chemii         | <b>Języki wykładowe</b><br>Polski                             |
| <b>Poziom kształcenia</b><br>drugiego stopnia            | <b>Dyscypliny</b><br>Nauki o komunikacji społecznej i mediach |
| <b>Forma studiów</b><br>studia stacjonarne               | <b>Klasyfikacja ISCED</b><br>0111Kształcenie                  |
| <b>Profil studiów</b><br>ogólnoakademicki                |                                                               |
| <b>Obligatoryjność</b><br>fakultatywny                   |                                                               |

|                           |                                                                                |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Okres</b><br>Semestr 3 | <b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br>zaliczenie na ocenę | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>2.0 |
|                           | <b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br>warsztaty: 30                      |                                   |

### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest nabycie umiejętności prowadzenia interaktywnych zajęć dydaktycznych z zakresu zrównoważonego rozwoju i edukacji ekologicznej. |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie                                                                                | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji  |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                                                                                                  |                               |                     |
| W1                                     | dylematy współczesnej cywilizacji w kontekście zrównoważonego rozwoju oraz strategii edukacyjne; | CZR_K2_W14                    | zaliczenie na ocenę |

| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                      |            |                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| U1                                                      | korzystać z literatury fachowej i popularno-naukowej w celu przygotowania zajęć z edukacji dla zrównoważonego rozwoju oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji; | CZR_K2_U01 | zaliczenie na ocenę |
| U2                                                      | planować i realizować zajęcia dydaktyczne z edukacji ekologicznej i edukacji dla zrównoważonego rozwoju realizując postulat uczenia się przez całe życie;            | CZR_K2_U09 | zaliczenie na ocenę |
| U3                                                      | formułować opinie dotyczące zrównoważonego rozwoju oraz argumentować na jego rzecz zarówno w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów;                          | CZR_K2_U11 | zaliczenie na ocenę |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                      |            |                     |
| K1                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności mając na uwadze jej społeczne i etyczne aspekty.                                           | CZR_K2_K06 | zaliczenie na ocenę |

### Bilans punktów ECTS

| <b>Forma aktywności studenta</b>                                   | <b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b> |                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| warsztaty                                                          | 30                                                                         |                    |
| przygotowanie raportu                                              | 3                                                                          |                    |
| rozwiązywanie zadań                                                | 12                                                                         |                    |
| przygotowanie do zajęć                                             | 5                                                                          |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                | <b>Liczba godzin</b><br>50                                                 | <b>ECTS</b><br>2.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                                  | <b>Liczba godzin</b><br>30                                                 | <b>ECTS</b><br>1.0 |
| <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> | <b>Liczba godzin</b><br>30                                                 | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| <b>Lp.</b> | <b>Treści programowe</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b> |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1.         | Dekada edukacji dla zrównoważonego rozwoju. Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej. Programy i sposoby finansowania edukacji ekologicznej.                                                                                    | W1                                       |
| 2.         | Źródła wiedzy merytorycznej i metodycznej niezbędnej w edukacji dla zrównoważonego rozwoju. Kryteria oceny wiarygodności informacji. Media społecznościowe i ich rola w uczeniu się przez całe życie oraz kształtowaniu postaw. | U1, U3, K1                               |

|    |                                                                                                                                                                                 |        |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 3. | Metody i techniki edukacji dla zrównoważonego rozwoju. Działalność ośrodków edukacji ekologicznej i organizacji pozarządowych prowadzących edukację dla zrównoważonego rozwoju. | W1, U2 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

microteaching, wizyta studyjna, metody e-learningowe, analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, analiza tekstów

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia    | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                  |
|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| warsztaty    | zaliczenie na ocenę | Obecność i aktywność na warsztatach, zaliczenie wszystkich zadań indywidualnych i grupowych. Obecność i aktywny udział w wizytach. Pozytywna ocena kart pracy. |

Materials and catalysts for sustainable technologies  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.240.61a0c3c30faa5.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Angielski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                           |                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 3</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>3.0</p> |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kształcenia jest opanowanie zasad oceny technologii chemicznych w kontekście zrównoważenia.                                                                                                                                                                                                           |
| C2 | Celem kształcenia jest przyswojenie przez studenta wiedzy oraz nabycie umiejętności i kompetencji w odniesieniu do syntezy wybranych klas materiałów szczególnie istotnych z punktu widzenia technologii zrównoważonych (odnawialnych, nisko/bezodpadowych, niskoemisyjnych, niskowęglowych, cyrkularnych). |

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |



|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                           |         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|
| W1                                                      | główne technologie otrzymywania materiałów funkcjonalnych na potrzeby procesów zrównoważonych rozumie powiązanie ich produkcji z oddziaływaniem na środowisko oraz zapotrzebowaniem na surowce i energię a także dylematy współczesnej cywilizacji w kontekście zrównoważonego rozwoju; | CZR_K2_W01,<br>CZR_K2_W14 | egzamin |
| W2                                                      | główne technologie chemiczne i potrafi krytycznie ocenić ich wpływ na środowisko oraz zapotrzebowanie na surowce i energię;                                                                                                                                                             | CZR_K2_W04                | egzamin |
| W3                                                      | potrzebę doboru odpowiednich metod dla realizacji zrównoważonych procesów środowiskowych i wie jak syntezować materiały funkcjonalne;                                                                                                                                                   | CZR_K2_W07                | egzamin |
| W4                                                      | reguły dotyczące gospodarki odpadami, gospodarki o obiegu zamkniętym oraz zagadnień klimatycznych;                                                                                                                                                                                      | CZR_K2_W07                | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                           |         |
| U1                                                      | w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji dot. zrównoważonych technologii w celu pozyskania niezbędnych danych oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji, jak również potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej;      | CZR_K2_U01                | egzamin |
| U2                                                      | ocenić rolę omawianych w trakcie zajęć technologii prośrodowiskowych i energetycznych dla osiągnięcia kryteriów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                                 | CZR_K2_U04                | egzamin |
| U3                                                      | posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2+, w tym językiem specjalistycznym w zakresie merytorycznym objętym materiałem wykładu;                                                                                                                                                | CZR_K2_U07                | egzamin |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                           |         |
| K1                                                      | stałego poszerzania uzyskanej na zajęciach wiedzy, z uwzględnianiem opinii ekspertów;                                                                                                                                                                                                   | CZR_K2_K04                | egzamin |
| K2                                                      | praktycznego i odpowiedzialnego stosowania zdobytej na zajęciach wiedzy i umiejętności;                                                                                                                                                                                                 | CZR_K2_K06                | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta                                   | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |                    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| wykład                                                      | 30                                                                  |                    |
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 15                                                                  |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 20                                                                  |                    |
| samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach | 10                                                                  |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30                                          | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efekty uczenia się dla przedmiotu  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.  | Zrozumienie zrównoważenia technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem technologii chemicznych, wykorzystania proekologicznych materiałów oraz wdrażania procesów zapewniających wysoki stopień zrównoważenia. Kryteria oceny technologii pod kątem zrównoważenia. Nowe podejście do produktu w kontekście zrównoważenia całego łańcucha wartości. Konieczność integracji wymogów w zakresie zrównoważenia stawianych przez technologię chemiczną i inżynierię procesową. Projektowanie, właściwości i synteza materiałów dla technologii zrównoważonych a w szczególności: nowych materiałów funkcjonalnych, nanomateriałów, katalizatorów, bioplastików i biopolimerów, rozpuszczalników i cieczy jonowych. Kwestie surowców odnawialnych i procesów nisko/bezodpadowych. Powiązanie kwestii materiałowych z gospodarką niskoemisyjną i niskowęglową oraz gospodarką o obiegu zamkniętym. Rola katalizy i katalizatorów w procesach proekologicznych, a w szczególności procesach ochrony atmosfery. | W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład problemowy, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny

| Rodzaj zajęć | Formy zaliczenia | Warunki zaliczenia przedmiotu |
|--------------|------------------|-------------------------------|
| wykład       | egzamin          | egzamin pisemny               |

## Fotoelektrochemia półprzewodników z elementami fotowoltaiki

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kierunek studiów</b><br/>chemia zrównoważonego rozwoju</p> <p><b>Ścieżka</b><br/>-</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b><br/>Wydział Chemii</p> <p><b>Poziom kształcenia</b><br/>drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b><br/>studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b><br/>ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b><br/>fakultatywny</p> | <p><b>Cykl kształcenia</b><br/>2022/23</p> <p><b>Kod przedmiotu</b><br/>UJ.WChCZRS.240.61a0c3c37bf6a.22</p> <p><b>Języki wykładowe</b><br/>Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b><br/>Nauki chemiczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b><br/>0531Chemia</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                           |                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <p><b>Okres</b><br/>Semestr 3</p> | <p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b><br/>egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b><br/>wykład: 30</p> | <p><b>Liczba punktów ECTS</b><br/>3.0</p> |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem kursu jest zapoznanie studentów z podstawami fotoelektrochemii półprzewodników oraz fotowoltaiki. W szczególności zapoznanie studentów z własnościami (foto)elektrycznymi i spektroskopowymi półprzewodników, zjawiskami zachodzącymi na i przy powierzchni półprzewodnika oraz na granicy faz (m. in. w złączu typu p-n) oraz mechanizmami i kinetyką pierwotnych i wtórnych procesów indukowanych światłem. Ponadto kurs ten ma na celu zapoznanie studentów ze standardowymi oraz nowoczesnymi metodami fotoelektrochemicznymi. |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                    | Efekty w zakresie | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b> |                   |                               |                    |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |         |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| W1                                                      | zagadnienia z zakresu struktury elektronowej i właściwości elektrycznych półprzewodników, fotoelektrochemii i spektroelektrochemii materiałów półprzewodnikowych, a także orientuje się w najnowszych kierunkach badań dotyczących fotowoltaiki oraz fotoelektrokatalizy (w tym badań z zakresu paliw słonecznych);                                              | CZR_K2_W06 | egzamin |
| W2                                                      | zastosowanie metod i technik eksperymentalnych opartych na pomiarach elektrochemicznych, fotoelektrochemicznych oraz spektroelektrochemicznych materiałów półprzewodnikowych oraz układów fotowoltaicznych pozwalające na podjęcie pracy badawczej;                                                                                                              | CZR_K2_W08 | egzamin |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |         |
| U1                                                      | korzystać z literatury naukowej poświęconej fotoelektrochemii półprzewodników oraz fotowoltaice potrafiąc jednocześnie krytycznie odnieść się do opisywanych w literaturze mechanizmów foto(elektro)indukowanych procesów zachodzących w układach heterogenicznych;                                                                                              | CZR_K2_U01 | egzamin |
| U2                                                      | przedstawić i omówić wyniki badań opisanych w literaturze lub badań własnych dotyczących układów fotowoltaicznych oraz procesów fotoelektrochemicznych;                                                                                                                                                                                                          | CZR_K2_U02 | egzamin |
| U3                                                      | ocenić rolę nowoczesnych technologii opartych na fotowoltaice, fotokatalizie czy fotoelektrokatalizie dla osiągnięcia kryteriów zrównoważonego rozwoju;                                                                                                                                                                                                          | CZR_K2_U04 | egzamin |
| U4                                                      | posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu fotowoltaiki, fotoelektrochemii oraz spektroelektrochemii;                                                                                                                                                                                                                                                    | CZR_K2_U07 | egzamin |
| U5                                                      | określić kierunki dalszego uczenia się, rozumie konieczność samokształcenia i potrzebę ciągłego dokształcania się w dynamicznie rozwijających się dziedzinach nauki dotyczących zjawisk opartych na procesach foto(elektro)chemicznych, oraz potrafi planować i realizować własne uczenie się przez całe życie jak również ukierunkowywać innych w tym zakresie; | CZR_K2_U09 | egzamin |
| <b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |         |
| K1                                                      | przestrzegania i współtworzenia etosu badacza, poszanowania własności intelektualnej;                                                                                                                                                                                                                                                                            | CZR_K2_K03 | egzamin |
| K2                                                      | stałego poszerzania wiedzy, w tym z uwzględnieniem opinii ekspertów, w zakresie oceny szans i zagrożeń dotyczących transformacji przemysłowej, energetycznej i społecznej.                                                                                                                                                                                       | CZR_K2_K04 | egzamin |

### Bilans punktów ECTS

| Forma aktywności studenta | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| wykład                    | 30                                                                  |

|                                                             |                            |                    |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia | 20                         |                    |
| przygotowanie do egzaminu                                   | 23                         |                    |
| uczestnictwo w egzaminie                                    | 2                          |                    |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                         | <b>Liczba godzin</b><br>75 | <b>ECTS</b><br>3.0 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>                           | <b>Liczba godzin</b><br>30 | <b>ECTS</b><br>1.0 |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Efekty uczenia się dla przedmiotu  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.  | <p>W ramach wykładu omówione zostaną podstawy metod fotoelektrochemicznych oraz innych kombinowanych metod elektrochemicznych i spektroskopowych pozwalających na charakterystykę fotoaktywnych materiałów półprzewodnikowych. Przedstawione zostaną również główne założenia układów fotowoltaicznych oraz fotoelektrokatalitycznych wraz z najnowszymi osiągnięciami w tych dziedzinach.</p> <p>Szczegółowy plan kursu obejmuje omówienie następujących tematów:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wstęp do teorii ciała stałego oraz elementy fizykochemii ciała stałego w kontekście właściwości spektroskopowych półprzewodników, właściwości (foto)elektrycznych półprzewodników (m. in. praca wyjścia, transport ładunków, potencjał powierzchniowy, fotonapięcie powierzchniowe), zjawisk zachodzących na/przy powierzchni półprzewodnika (m. in. analiza procesów zachodzących na styku dwóch faz, analiza złącza p-n) oraz mechanizmów i kinetyki pierwotnych i wtórnych procesów indukowanych światłem.</li> <li>2. Podstawy fotoelektrochemii półprzewodników (procesy elektrodowe, termodynamiczne oraz kinetyczne aspekty reakcji elektrochemicznych oraz fotoelektrochemicznych z udziałem półprzewodników).</li> <li>3. Podstawowe metody fotoelektrochemiczne (pomiarów voltamperometryczne oraz chronoamperometryczne, metody wyznaczania potencjału pasma płaskiego, wydajność generowania fotoprądu (IPCE, APCE), a także zaawansowane techniki pomiarowe (m. in. PEIS, IMPS, IMVS, pomiary czasowo rozdzielcze) oraz spektroelektrochemia</li> <li>4. Układy fotoelektrokatalityczne: struktura, mechanizm działania oraz przykłady zastosowań (m. in. produkcja paliw słonecznych). fotoelektrochemiczny rozkład wody, redukcja dwutlenku węgla)</li> <li>5. Układy fotowoltaiczne (budowa, mechanizm działania oraz kinetyka procesów indukowanych światłem, ograniczenia związane z przemianą energii słonecznej, metody badawcze pozwalające na określenie wydajności układów fotowoltaicznych)</li> <li>6. Rodzaje ogniw słonecznych i przykłady ich zastosowań.</li> <li>7. Fotoelektrochemia i fotowoltaika a energetyka odnawialna: zalety, wady i możliwości rozwoju.</li> </ol> | W1, W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1, K2 |

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

pokaz eksperymentów, analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną

| <b>Rodzaj zajęć</b> | <b>Formy zaliczenia</b> | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>                  |
|---------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------|
| wykład              | egzamin                 | Wynik egzaminu powyżej 50% maksymalnej liczby punktów |