



Podstawowe informacje o przedmiocie (niezależne od cyklu)

Nazwa	Metalo-organiczne materiały funkcjonalne
Kod Erasmus	
Kod ISCED	
Język wykładowy	polski
Strona WWW	http://www.umcs.pl/pl/zintegrowany.htm
Wymagania wstępne	Podstawowe pojęcia z chemii ogólnej, nieorganicznej, organicznej i fizycznej w zakresie przyjętych standardów kształcenia.
Godzinowe ekwiwalenty punktów ECTS	Wykład 15 Laboratorium 30 Konwersatorium 15 Konsultacje 2 Łączna liczba godzin z udziałem nauczyciela akademickiego 60 Liczba punktów ECTS z udziałem nauczyciela akademickiego 2 Studiowanie literatury 10 Przygotowanie się do zaliczenia 20 Łączna liczba godzin nie kontaktowych 30 Liczba punktów ECTS za godziny nie kontaktowe 2 Sumaryczna liczba punktów ECTS dla modułu 4
Sposób weryfikacji efektów kształcenia	W1-3 wykład – test pisemny; konwersatorium – kolokwia pisemne, prezentacje multimedialne; laboratorium – sprawozdania z ćwiczeń, kolokwia pisemne U1-2 wykład – test pisemny; konwersatorium – kolokwia pisemne, prezentacje multimedialne; laboratorium – sprawozdania z ćwiczeń, kolokwia pisemne K1-2 wykład – test pisemny; konwersatorium – kolokwia pisemne, prezentacje multimedialne, laboratorium – sprawozdania z ćwiczeń, kolokwia pisemne
Skrócony opis	Charakterystyka strukturalna i metody syntezy metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych (polimery koordynacyjne oraz sieci metalo-organiczne MOF-y). Trendy w kierunkach zastosowań metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych. Materiały hybrydowe na bazie kompleksów lantanowców. Metody badawcze stosowane w analizie struktury i właściwości fizyko-chemicznych kompleksów metali oraz funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych.
Opis	Wykład obejmuje następujące zagadnienia: Wstęp do chemii koordynacyjnej. Podstawowe pojęcia: atom centralny, ligand, liczba koordynacyjna. Budowa i nomenklatura związków kompleksowych. Charakterystyka ligandów i klasyfikacja związków kompleksowych. Charakterystyka wiązań chemicznych w związkach kompleksowych. Termodynamiczna i kinetyczna trwałość związków kompleksowych – wymiana ligandów w związkach kompleksowych. Klasyfikacja i ogólna



	charakterystyka materiałów funkcjonalnych. Projektowanie związków metalo-organicznych o zadanych właściwościach strukturalnych i aplikacyjnych. Charakterystyka strukturalna centr metalicznych oraz drugorzędowych jednostek budulcowych (SBUs) oraz stosowanych łączników organicznych. Polimery koordynacyjne a sieci metalo-organiczne (MOFs) – klasyfikacja, charakterystyka strukturalna, topologia i właściwości fizykochemiczne. Przegląd metod syntezy polimerów koordynacyjnych (wytrąceniowe, solwotermalne z ogrzewaniem konwencjonalnym i mikrofalami, mechanochemiczne i sonochemiczne). Porowate polimery koordynacyjne jako nowa klasa materiałów funkcjonalnych. Wpływ cech strukturalnych na właściwości aplikacyjne polimerów koordynacyjnych. Aktualne kierunki zastosowań polimerów koordynacyjnych (min. magazynowanie i separacja gazów, ochrona środowiska, medycyna, kataliza, nowoczesne materiały magnetyczne i luminescencyjne, sensory etc.). Ogólna charakterystyka materiałów hybrydowych o różnych matrycach na bazie związków kompleksowych jonów lantanowców. Metody syntezy materiałów funkcjonalnych zawierających sieci metalo-organiczne lantanowców. Trendy w zastosowaniu funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych w nowoczesnych technologiach min. konwerterach światła słonecznego, LED, telekomunikacji, światłowodach oraz innych. Metody badawcze stosowane w analizie struktury i właściwości fizyko-chemicznych kompleksów metali oraz funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych (min. metody dyfraktometryczne, spektroskopowe i termiczne). Laboratorium obejmuje następujące zagadnienia: Preparatyka polimerów koordynacyjnych z wykorzystaniem różnych centr metalicznych oraz ligandów O-donorowych z wykorzystaniem różnych metod syntezy. Określenie wpływu warunków syntezy na strukturę i właściwości zsyntezowanych polimerów koordynacyjnych. Charakterystyk otrzymanych polimerycznych związków kompleksowych za pomocą różnorodnych metod badawczych substancji w fazie stałej. Konwersatorium obejmuje następujące zagadnienia: Rodzaje wiązań chemicznych oraz oddziaływań międzycząsteczkowych występujących w fazie stałej. Omówienie właściwości strukturalnych wybranych centr metalicznych oraz organicznych łączników O i N-donorowych stosowanych do syntezy polimerów funkcjonalnych. Omówienie struktury krystalicznej oraz właściwości fizykochemicznych wybranych sieci metalo-organicznych (min. MOF-5, HKUST-1, MOF-177, ZIF) w aspekcie ich potencjalnych zastosowań. Metody badawcze sieci metalo-organicznych ze szczególnym uwzględnieniem metod analizy termicznej.
--	---



Literatura	S.F.A. Kettle, Fizyczna chemia nieorganiczna na przykładzie chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 1999. M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, Wstęp do chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 2010. L.R. MacGillivray, Metal-Organic Frameworks: Design and Application, Wiley, New Jersey 2010. B.B. Chen, G. Qian, Metal-Organic Frameworks for Photonics Applications, Springer, Berlin 2014. K. Binnemans, Chemical Review, 109, 4283-4374, 2009. A. Trzeciak, J. Starosta, M. Cieślak-Golonka, Chemia koordynacyjna w zastosowaniach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Wydanie 1, 2017.
Efekty kształcenia	WIEDZA W1. Absolwent zna i rozumie podstawową klasyfikację funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych oraz metody ich syntezy K_W01 W2. Absolwent zna i rozumie podstawowe techniki i metody badawcze materiałów metalo-organicznych wykorzystywanych jako materiały funkcjonalne K_W03 W3. Absolwent zna i rozumie możliwości aplikacyjne metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych K_W03 UMIEJĘTNOŚCI U1. Absolwent potrafi zastosować zdobytą wiedzę dotyczącą materiałów funkcjonalnych metalo-organicznych do innych dziedzin nauki K_U01 U2. Absolwent potrafi korzystać z dostępnej anglojęzycznej literatury branżowej K_U02, K_U04 KOMPETENCJE SPOŁECZNE K1. Absolwent jest gotów do tworzenia wzorów właściwego postępowania a także krytycznej oceny siebie K_K01 K2. Absolwent jest gotów do uznawania znaczenia zdobytej wiedzy dotyczącej praktycznego zastosowania metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych we współczesnym świecie K_K03
Metody i kryteria oceniania	Egzamin pisemny. Kolokwia pisemne. Wykonanie i opis ćwiczeń w formie sprawozdań. Prezentacje multimedialne.
Praktyki zawodowe	Nie dotyczy

Wykład: (Informacje wspólne dla wszystkich grup)

Strona WWW	http://www.umcs.pl/pl/zintegrowany.htm
Sposób weryfikacji efektów kształcenia	W1-W3 - egzamin pisemny U1-U2 - egzamin pisemny K1-K2 egzamin pisemny
Uwagi	Brak
Literatura	S.F.A. Kettle, Fizyczna chemia nieorganiczna na przykładzie chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 1999. M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, Wstęp do chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 2010. L.R. MacGillivray, Metal-Organic Frameworks: Design and Application, Wiley, New Jersey 2010. B. B. Chen, G. Qian, Metal-Organic Frameworks for Photonics Applications, Springer, Berlin 2014. K. Binnemans, Chemical Review, 109, 4283-4374, 2009. A. Trzeciak, J. Starosta, M. Cieślak-Golonka, Chemia koordynacyjna w zastosowaniach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Wydanie 1, 2017.



Efekty kształcenia	WIEDZA W1. Absolwent zna i rozumie podstawową klasyfikację funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych oraz metody ich syntezy K_W01 W2. Absolwent zna i rozumie podstawowe techniki i metody badawcze materiałów metalo-organicznych wykorzystywanych jako materiały funkcjonalne K_W03 W3. Absolwent zna i rozumie możliwości aplikacyjne metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych K_W03 UMIEJĘTNOŚCI U1. Absolwent potrafi zastosować zdobytą wiedzę dotyczącą materiałów funkcjonalnych metalo-organicznych do innych dziedzin nauki K_U01 U2. Absolwent potrafi korzystać z dostępnej anglojęzycznej literatury branżowej K_U02, K_U04 KOMPETENCJE SPOŁECZNE K1. Absolwent jest gotów do tworzenia wzorów właściwego postępowania a także krytycznej oceny siebie K_K01 K2. Absolwent jest gotów do uznawania znaczenia zdobytej wiedzy dotyczącej praktycznego zastosowania metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych we współczesnym świecie K_K03
Zakres tematów	Wstęp do chemii koordynacyjnej. Podstawowe pojęcia: atom centralny, ligand, liczba koordynacyjna. Budowa i nomenklatura związków kompleksowych. Charakterystyka ligandów i klasyfikacja związków kompleksowych. Charakterystyka wiązań chemicznych w związkach kompleksowych. Termodynamiczna i kinetyczna trwałość związków kompleksowych – wymiana ligandów w związkach kompleksowych. Klasyfikacja i ogólna charakterystyka materiałów funkcjonalnych. Projektowanie związków metalo-organicznych o zadanych właściwościach strukturalnych i aplikacyjnych. Charakterystyka strukturalna centr metalicznych oraz drugorzędowych jednostek budulcowych (SBUs) oraz stosowanych łączników organicznych. Polimery koordynacyjne a sieci metalo-organiczne (MOFs) – klasyfikacja, charakterystyka strukturalna, topologia i właściwości fizykochemiczne. Przegląd metod syntezy polimerów koordynacyjnych (wytrąceniowe, solwotermalne z ogrzewaniem konwencjonalnym i mikrofalami, mechanochemiczne i sonochemiczne). Porowate polimery koordynacyjne jako nowa klasa materiałów funkcjonalnych. Wpływ cech strukturalnych na właściwości aplikacyjne polimerów koordynacyjnych. Aktualne kierunki zastosowań polimerów koordynacyjnych (min. magazynowanie i separacja gazów, ochrona środowiska, medycyna, kataliza, nowoczesne materiały magnetyczne i luminescencyjne, sensory etc.). Ogólna charakterystyka materiałów hybrydowych o różnych matrycach na bazie związków kompleksowych jonów lantanowców. Metody syntezy materiałów funkcjonalnych zawierających sieci metalo-organiczne lantanowców. Trendy w zastosowaniu funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych w nowoczesnych technologiach min. konwerterach światła słonecznego, LED, telekomunikacji, światłowodach oraz innych. Metody badawcze stosowane w analizie struktury i właściwości fizyko-chemicznych



	kompleksów metali oraz funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych (min. metody dyfraktometryczne, spektroskopowe i termiczne).
Metody dydaktyczne	Wykład podawczy, dyskusja, objaśnienia
Metody i kryteria oceniania	Egzamin pisemny

Konwersatorium: (Informacje wspólne dla wszystkich grup)

Strona WWW	http://www.umcs.pl/pl/zintegrowany.htm
Sposób weryfikacji efektów kształcenia	W1-W3 kolokwia pisemne, prezentacje multimedialne U1-U2 kolokwia pisemne, prezentacje multimedialne K1-K2 kolokwia pisemne, prezentacje multimedialne
Uwagi	Brak
Literatura	S.F.A. Kettle, Fizyczna chemia nieorganiczna na przykładzie chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 1999. M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, Wstęp do chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 2010. L.R. MacGillivray, Metal-Organic Frameworks: Design and Application, Wiley, New Jersey 2010. B.B. Chen, G. Qian, Metal-Organic Frameworks for Photonics Applications, Springer, Berlin 2014. K. Binnemans, Chemical Review, 109, 4283-4374, 2009. A. Trzeciak, J. Starosta, M. Cieślak-Golonka, Chemia koordynacyjna w zastosowaniach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Wydanie 1, 2017.
Efekty kształcenia	WIEDZA W1. Absolwent zna i rozumie podstawową klasyfikację funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych oraz metody ich syntezy K_W01 W2. Absolwent zna i rozumie podstawowe techniki i metody badawcze materiałów metalo-organicznych wykorzystywanych jako materiały funkcjonalne K_W03 W3. Absolwent zna i rozumie możliwości aplikacyjne metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych K_W03 UMIEJĘTNOŚCI U1. Absolwent potrafi zastosować zdobytą wiedzę dotyczącą materiałów funkcjonalnych metalo-organicznych do innych dziedzin nauki K_U01 U2. Absolwent potrafi korzystać z dostępnej anglojęzycznej literatury branżowej K_U02, K_U04 KOMPETENCJE SPOŁECZNE K1. Absolwent jest gotów do tworzenia wzorów właściwego postępowania a także krytycznej oceny siebie K_K01 K2. Absolwent jest gotów do uznawania znaczenia zdobytej wiedzy dotyczącej praktycznego zastosowania metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych we współczesnym świecie K_K03
Zakres tematów	Rodzaje wiązań chemicznych oraz oddziaływań międzycząsteczkowych występujących w fazie stałej. Omówienie właściwości strukturalnych wybranych centr metalicznych oraz organicznych łączników O i N-donorowych stosowanych do syntezy polimerów funkcjonalnych. Omówienie struktury krystalicznej oraz właściwości fizykochemicznych wybranych sieci metalo-organicznych (min. MOF-5, HKUST-1, MOF-177, ZIF) w aspekcie ich potencjalnych zastosowań. Metody badawcze sieci metalo-organicznych ze szczególnym uwzględnieniem



	metod analizy termicznej. .
Metody dydaktyczne	Dyskusja dydaktyczna, analiza i interpretacja tekstów źródłowych, konsultacje, prezentacje multimedialne.
Metody i kryteria oceniania	Kolokwia pisemne, prezentacje multimedialne

Laboratorium: (Informacje wspólne dla wszystkich grup)

Strona WWW	http://www.umcs.pl/pl/zintegrowany.htm
Sposób weryfikacji efektów kształcenia	W1-W3 sprawozdania z ćwiczeń, kolokwia pisemne U1-U2 sprawozdania z ćwiczeń, kolokwia pisemne K1-K2 sprawozdania z ćwiczeń, kolokwia pisemne
Uwagi	Brak
Literatura	S.F.A. Kettle, Fizyczna chemia nieorganiczna na przykładzie chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 1999. M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, Wstęp do chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa 2010. L.R. MacGillivray, Metal-Organic Frameworks: Design and Application, Wiley, New Jersey 2010. B.B. Chen, G. Qian, Metal-Organic Frameworks for Photonics Applications, Springer, Berlin 2014. K. Binnemans, Chemical Review, 109, 4283-4374, 2009. A. Trzeciak, J. Starosta, M. Cieślak-Golonka, Chemia koordynacyjna w zastosowaniach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Wydanie 1, 2017.
Efekty kształcenia	WIEDZA W1. Absolwent zna i rozumie podstawową klasyfikację funkcjonalnych materiałów metalo-organicznych oraz metody ich syntezy K_W01 W2. Absolwent zna i rozumie podstawowe techniki i metody badawcze materiałów metalo-organicznych wykorzystywanych jako materiały funkcjonalne K_W03 W3. Absolwent zna i rozumie możliwości aplikacyjne metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych K_W03 UMIEJĘTNOŚCI U1. Absolwent potrafi zastosować zdobytą wiedzę dotyczącą materiałów funkcjonalnych metalo-organicznych do innych dziedzin nauki K_U01 U2. Absolwent potrafi korzystać z dostępnej anglojęzycznej literatury branżowej K_U02, K_U04 KOMPETENCJE SPOŁECZNE K1. Absolwent jest gotów do tworzenia wzorów właściwego postępowania a także krytycznej oceny siebie K_K01 K2. Absolwent jest gotów do uznawania znaczenia zdobytej wiedzy dotyczącej praktycznego zastosowania metalo-organicznych materiałów funkcjonalnych we współczesnym świecie K_K03
Zakres tematów	Preparatyka polimerów koordynacyjnych na bazie metali przejściowych i lantanowców oraz kwasów polikarboksylowych z wykorzystaniem różnych metod syntezy: wytrąceniowa, solwotermalna oraz solwotermalna z ogrzewaniem mikrofalami. Określenie wpływu warunków syntezy na strukturę i właściwości zsyntezowanych polimerów koordynacyjnych. Charakterystyk otrzymanych polimerycznych związków kompleksowych za pomocą różnorodnych metod badawczych spektroskopia w podczerwieni, analiza termiczna.
Metody dydaktyczne	Dyskusja, doświadczenie, wyjaśnienia



Metody i kryteria oceniania	Kolokwia pisemne, wykonanie i opis ćwiczeń w formie sprawozdań
-----------------------------	--

