



Nazwa modułu: Zaawansowane metody badań materiałów  
Rok akademicki: 2017/2018 Kod: CIM-2-104-MN-s Punkty ECTS: 4  
Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki  
Kierunek: Inżynieria Materiałowa Specjalność: Mikro i nanotechnologie materiałowe  
Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne  
Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1  
Strona www: <http://kckizw.ceramika.agh.edu.pl/>

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. inż. Mozgawa Włodzimierz (mozgawa@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr inż. Adamczyk Anna (adamcz@agh.edu.pl)  
dr inż. Chlubny Leszek (rach@ceram2.ceramika.agh.edu.pl)  
dr inż. Król Magdalena (mkrol@agh.edu.pl)  
prof. dr hab. inż. Mozgawa Włodzimierz (mozgawa@agh.edu.pl)  
dr inż. Rokita Magdalena (rokita@agh.edu.pl)  
prof. nadzw. dr hab. inż. Szumera Magdalena (mszumera@agh.edu.pl)

### Krótką charakterystyka modułu

Przedmiot umożliwia zapoznanie się z podstawami teoretycznymi wybranych metod badań strukturalnych oraz ich zastosowaniem w badaniach struktury i właściwości materiałów.

### Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student ma poszerzoną wiedzę na temat metod badań strukturalnych różnych grup materiałów.	IM2A_W06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
M_W002	Student ma poszerzoną wiedzę z zakresu metod: dyfrakcji XRD, spektroskopii IR, metod termicznych oraz mikroskopowych .	IM2A_W08	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
M_W003	Student posiada pogłębioną wiedzę na temat możliwości i ograniczeń stosowania metod dyfrakcji XRD, spektroskopii IR, termicznych oraz mikroskopowych w zależności od rodzaju badanych zaawansowanych materiałów.	IM2A_W14	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium

Umiejętności			
M_U001	Student potrafi przygotować próbki do pomiarów w dyfraktometrach xrd, spektrometrach IR, mikroskopach SEM, TEM i AFM oraz w aparaturze stosowanej w metodach termicznych.	IM2A_U06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
M_U002	Student potrafi zaplanować tok badania struktury i właściwości badanych materiałów w oparciu o poznane metody badań.	IM2A_U08	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
M_U003	Student potrafi zinterpretować wyniki badań otrzymane w metodach dyfrakcji XRD, spektroskopii IR, termicznych oraz mikroskopowych .	IM2A_U08	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student rozumie potrzebę wykonywania badań laboratoryjnych w sposób zapewniających bezpieczeństwo innym osobom.	IM2A_K03	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu, Zaliczenie laboratorium
M_K002	Student jest świadomy odpowiedzialności za wykonywane badania, twórczo rozwiązuje postawione przed nim zadania i problemy badawcze.	IM2A_K07	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu, Zaliczenie laboratorium

## Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytorne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student ma poszerzoną wiedzę na temat metod badań strukturalnych różnych grup materiałów.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student ma poszerzoną wiedzę z zakresu metod: dyfrakcji XRD, spektroskopii IR, metod termicznych oraz mikroskopowych .	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student posiada pogłębioną wiedzę na temat możliwości i ograniczeń stosowania metod dyfrakcji XRD, spektroskopii IR, termicznych oraz mikroskopowych w zależności od rodzaju badanych zaawansowanych materiałów.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Umiejętności												
M_U001	Student potrafi przygotować próbki do pomiarów w dyfraktometrach xrd, spektrometrach IR, mikroskopach SEM, TEM i AFM oraz w aparaturze stosowanej w metodach termicznych.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi zaplanować tok badania struktury i właściwości badanych materiałów w oparciu o poznane metody badań.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi zinterpretować wyniki badań otrzymane w metodach dyfrakcji XRD, spektroskopii IR, termicznych oraz mikroskopowych .	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student rozumie potrzebę wykonywania badań laboratoryjnych w sposób zapewniających bezpieczeństwo innym osobom.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student jest świadomy odpowiedzialności za wykonywane badania, twórczo rozwiązuje postawione przed nim zadania i problemy badawcze.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

### Wykład

Struktura materiałów, teoretyczne podstawy i możliwości aplikacyjnych wybranych, zaawansowanych metod badań struktury materii

1. Metody badawcze a struktura materii.
2. Podstawy teoretyczne metod dyfrakcyjnych.
3. Metody doświadczalne dyfrakcji rentgenowskiej.
4. Rentgenowska analiza fazowa. Mikroskopia sił atomowych (AFM).
5. Rodzaje metod spektroskopowych. Podstawy teoretyczne spektroskopii oscylacyjnej.
6. Absorpcyjna spektroskopia w podczerwieni.
7. Spektroskopia efektu Ramana
8. Techniki pomiarowe w spektroskopii oscylacyjnej
9. Analiza termiczna w badaniu materiałów ceramicznych.
10. Analiza termiczna w badaniach właściwości termodynamicznych materiałów.
11. Metody termiczne do wyznaczania przewodnictwa cieplnego – podstawy teoretyczne.
12. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM)
13. Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM).
14. Mikroskopia elektronowa – metody analityczne (EDX, WDS).

## 15. Wykład podsumowujący tematykę.

### Ćwiczenia laboratoryjne

Budowa i działanie aparatury badawczej, analiza wyników eksperymentalnych dla wybranych metod badań struktury materiałów

1. Prezentacja wszystkich pracowni i zapoznanie z przepisami BHP.
2. Dyfraktometria proszkowa – przygotowanie próbek i zapoznanie z wykorzystywanym oprogramowaniem.
3. Rentgenowska Analiza Fazowa Jakościowa.
4. Rentgenowska Analiza Fazowa Ilościowa
5. Obliczenia strukturalne: parametry komórki elementarnej, roztwory stałe, prawo Vegarda.
6. Budowa i działanie spektrometrów IR i Ramana.
7. Metody i techniki pomiarowe spektroskopii oscylacyjnej.
8. Preparatyka próbek w spektroskopii i rejestracja widm.
9. Interpretacja i analiza widm oscylacyjnych.
10. Możliwości pomiarowe zestawu do badań termofizycznych materiałów ceramicznych. Wyznaczanie podstawowych parametrów termodynamicznych wybranego materiału.
11. Wyznaczanie przewodnictwa cieplnego wybranych materiałów.
12. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) i transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) – możliwości badawcze.
13. Mikroskopia elektronowa – zastosowanie metod analitycznych (EDX, WDS).
14. Mikroskopia sił atomowych (AFM)- badanie topografii powierzchni wybranych materiałów.
15. Końcowe zaliczanie sprawozdań.

### Sposób obliczania oceny końcowej

L1, L2, L3, L4 – oceny ze sprawozdania (cztery sprawozdania)

Z – ocena z kolokwium zaliczeniowego z części teoretycznej

Wszystkie sprawozdania oraz kolokwium zaliczeniowe muszą być zaliczone pozytywnie (co najmniej 3.0). W przypadku zaliczania sprawozdań lub kolokwium zaliczeniowego w kolejnych terminach, ocena ze sprawozdania (kolokwium zaliczeniowego) jest średnią arytmetyczną uzyskanych ocen (np. [2+2+4] : 3), nie niższą niż 3.0 w przypadku otrzymania w kolejnym terminie oceny pozytywnej (co najmniej 3.0).

Laboratorium AFM zaliczane jest na „zał” na podstawie obecności i aktywności na zajęciach i nie wchodzi jako odrębna ocena do OK, natomiast zaliczenie tego laboratorium jest konieczne do zaliczenia całości przedmiotu i wystawienia oceny końcowej.

OK – ocena końcowa

$$OK = 0.15L1 + 0.15L2 + 0.15L3 + 0.15L4 + 0.4Z$$

Uzyskane oceny odpowiednio wynoszą:

3.00	OK	3.25	-	3.0	(OK=3.25 daje ocenę 3.0)
3.26	OK	3.75	-	3.5	(OK=3.75 daje ocenę 3.5)
3.76	OK	4.25	-	4.0	(OK=4.25 daje ocenę 4.0)
4.26	OK	4.75	-	4.5	(OK=4.75 daje ocenę 4.5)
4.76	OK		-	5.0	

### Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw matematyki oraz umiejętność pracy z pakietem Office. Podstawowa wiedza na temat budowy ciał stałych.

### Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Z. Trzaska Durski i H. Trzaska Durska, „Podstawy krystalografii strukturalnej i rentgenowskiej”, PWN
2. J. Chojnacki „Elementy krystalografii chemicznej i fizycznej”, PWN

3. M. Handke, M. Rokita, A. Adamczyk „Krystalografia i krystalochemia dla ceramików” Wydawnictwa AGH 2008
4. Z. Kęcki „Podstawy spektroskopii molekularnej”, PWN
5. A. Bolewski, W. Żabiński (red) „Metody badań minerałów i skał”, Wyd. Geologiczne
6. D. Schultze, Termiczna analiza różnicowa, PWN, Warszawa, 1974
7. H. Piekarski, Podstawy termodynamiki, Materiały Konferencyjne III SAT, Zakopane, 2002
8. W. Balcerowiak, Różnicowa kalorymetria skaningowa, Materiały Konferencyjne III SAT, Zakopane, 2002
9. W. Balcerowiak, DSC- charakteryzowanie przemian fazowych, Materiały Konferencyjne III SAT, Zakopane, 2002.

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

1. M. Szumera, I. Waćławska, Effect of molybdenum addition on the thermal properties of silicate-phosphate glasses, J Therm Anal Calorim (2012) 109:649-655
2. Irena Waćławska, Magdalena Szumera, Justyna Sułowska, Thermal and structural interactions in transition elements containing silicate-phosphate glasses, Thermochimica Acta 593 (2014) 71-75
3. W. Mozgawa, M. Król, J. Dyczek, J. Deja, Investigation of the coal fly ashes using IR spectroscopy, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 132 (2014) 889-894.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2014.05.052>
4. M. Król, W. Mozgawa, J. Morawska, W. Pichór, Spectroscopic investigation of hydrothermally synthesized zeolites from expanded perlite, Microporous and Mesoporous Materials 196 (2014) 216-222.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.05.017>
5. L. Chlubny, J. Lis, M.M. Bućko, D. Kata - Properties of hot-pressed Ti<sub>2</sub>AlN obtained by SHS process - Advanced ceramic coatings and materials for extreme environments II - Ceramic Engineering and Science Proceedings vol. 33 iss. 3, 2013
6. Leszek Chlubny, Jerzy Lis, Katarzyna Chabior, Paulina Chachłowska, Czesław Kapusta - Processing and Properties of MAX Phases - Based Materials Using SHS Technique - Leszek Chlubny, Jerzy Lis, Katarzyna Chabior, Paulina Chachłowska, Czesław Kapusta - Archives of Metallurgy and Materials, Vol. 60, 2015, Issue 2 - w druku
7. A. Adamczyk, W. Mozgawa, The structural studies of mullite-like coatings deposited on carbon, ceramic and steel substrates, Annales de Chimie Science des Materiaux, vol. 33 (2008) Suppl. 1, s.227-234
8. A. Adamczyk, E. Długoń, The FTIR studies of gel and thin films of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> systems, Spectrochimica Acta. Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy, vol. 89 (2012) s. 11-17
9. M. Rokita, W. Mozgawa, A. Adamczyk, Transformation of silicate gels during heat treatment in air and in argon - spectroscopic studies, Journal of Molecular Structure, vol. 1070 (2014) , s. 125 - 135
10. M. Rokita, The comparison of phosphate-titanate-silicate layers on the titanium and Ti6Al4V alloy base, Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, vol. 79, 2011 spec. iss. 4 s. 733-738
11. T. Brylewski, A. Kruk, A. Adamczyk, W. Kucza, M. Stygar, Synthesis and characterization of the manganese cobaltite spinel prepared using two „soft chemical” methods, Materials Chemistry and Physics vol. 137 (2012) s. 310-316

### **Informacje dodatkowe**

Zajęcia laboratoryjne pozwalają zapoznać się z aparaturą badawczą najnowszej generacji i wykonać samodzielnie badania różnego typu materiałów a także interpretować ich wyniki. Wybrane zaawansowane metody badawcze znajdują swoje zastosowanie w pracach magisterskich oraz doktorskich.

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

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	15 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	30 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	20 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	5 godz
Przygotowanie do zajęć	15 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	107 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS