

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Wybrane techniki eksperymentalne ciała stałego				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	CIMT-1-063-s	Punkty ECTS:	2
Wydział:	Inżynierii Materiałowej i Ceramiki				
Kierunek:	Inżynieria Materiałowa	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	0
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr inż. Prażuch Janusz (prazuch@agh.edu.pl)				

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

Dla wybranych metod badań ceramiki omawiana jest ich stosowalność, podstawy fizyczne, aparatura badawcza oraz rozdzielczość. Student umie dobrać metodę badawczą oraz interpretować wynik pomiaru.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	W odniesieniu do wybranych metod badań ciała stałego z punktu widzenia materiałów ceramicznych (proszki ceramiczne, próbki objętościowe i powierzchnia ciała stałego) student zna: zakres ich stosowalności (poziom atomowy, mikro- i makro-), podstawy fizyczne, aparaturę badawczą oraz rozdzielczość.	IMT1A_W04	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna, Prezentacja, Referat, Udział w dyskusji
Umiejętności: potrafi			
M_U001	umie dobrać metodę badawczą dla zbadania określonych właściwości materiału ceramicznego	IMT1A_U02, IMT1A_U01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna, Prezentacja, Referat, Udział w dyskusji
M_U002	umie zaplanować pomiar i zinterpretować wynik pomiaru.	IMT1A_U02, IMT1A_U01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Odpowiedź ustna, Prezentacja, Referat, Udział w dyskusji

Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	umie w oparciu o literaturę polską i zagraniczną opracować zagadnienie na temat metod badawczych w sposób indywidualny i zespołowy oraz zaprezentować w formie referatu i dyskusji w grupie	IMT1A_K01	Aktywność na zajęciach, Prezentacja, Referat, Udział w dyskusji

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

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

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

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	W odniesieniu do wybranych metod badań ciała stałego z punktu widzenia materiałów ceramicznych (proszki ceramiczne, próbki objętościowe i powierzchnia ciała stałego) student zna: zakres ich stosowalności (poziom atomowy, mikro- i makro-), podstawy fizyczne, aparaturę badawczą oraz rozdzielczość.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	umie dobrać metodę badawczą dla zbadania określonych właściwości materiału ceramicznego	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_U002	umie zaplanować pomiar i zinterpretować wynik pomiaru.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												

M_K001	umie w oparciu o literaturę polską i zagraniczną opracować zagadnienie na temat metod badawczych w sposób indywidualny i zespołowy oraz zaprezentować w formie referatu i dyskusji w grupie	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	12 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	4 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	4 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	52 godz
Punkty ECTS za moduł	2 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Zajęcia seminaryjne

##### WPROWADZENIE

- Wybrane zagadnienia z preparatyki materiałów ceramicznych ze szczególnym uwzględnieniem technologii materiałowych rozwijanych na Wydz. Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH (ceramika specjalna: materiały dla elektroniki – półprzewodniki i nadprzewodniki ceramiczne, borki, krzemki, węgliki, azotki, sialony, fosforany, ceramika techniczna, szlachetna, budowlana, materiały szkliste, ogniotrwałe, wiążące i betony).
- Charakterystyka właściwości fizykochemicznych materiałów ceramicznych (struktura i skład chemiczny, powierzchnia, granice międzyziarnowe w aspekcie otrzymywania założonych parametrów fizycznych i chemicznych).
- Dobór metod badawczych i filozofia rozwiązywania stawianego problemu naukowo-badawczego (poziom atomowy, mikro, makro) na przykładach wybranych materiałów.

##### PROSZKI CERAMICZNE

- Metody badań i charakterystyka proszków ceramicznych
  - pomiar i rozkład wielkości ziaren krystalitów
  - pomiar gęstości
  - pomiar wielkości powierzchni.
  - obserwacje mikroskopowe proszków – skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) i

transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM)

Analiza termiczna i termochemiczna

- termogravimetria (TG)
- termiczna analiza różnicowa (DTA)
- kalorymetria (DSC)

## 5. POWIERZCHNIA CIAŁA STAŁEGO

(poziom atomowy, mikro i makro), polikryształy, monokryształy i cienkie warstwy.

5a. Badania struktury warstw powierzchniowych

- metoda dyfrakcji elektronów niskoenergetycznych (LEED)
- metoda dyfrakcji jonów niskoenergetycznych (LEID)
- metoda jonowej mikroskopii polowej (FIM)
- niskokątowe badania dyfrakcji promieniami X (XRD)
- spektroskopia w podczerwieni (IR)

5b. Badania składu chemicznego powierzchni

- spektroskopia elektronów Augera (AES)
- spektroskopia fotoelektronów dla analizy chemicznej (ESCA)
- metoda spektroskopii jonów rozproszonych (ISS)
- spektroskopia masowa jonów wtórnych (SIMS)
- optyczna spektroskopia wyładowania jarzeniowego (GDOES)

5c. Morfologia powierzchni kryształów jonowych

- mikroskopia atomowa (AFM)
- skaningowy mikroskop tunelowy (TSM)
- elektronowa mikroskopia transmisyjna (TEM)
- elektronowa mikroskopia skanningowa (SEM)

## PRÓBKI OBJĘTOŚCIOWE

6. Objętościowe próbki ceramiczne - badania struktury i składu chemicznego

6a. Badania strukturalne

- skład fazowy (XRD, określenie stałych sieciowych)
- skład chemiczny
- spektroskopia dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS), mikroanalizator rentgenowski (EPMA)
- rentgenowska analiza fluorescencyjna
- morfologia: SEM
- analiza defektów (bliźniaków, błędy ułożenia, dyslokacje) i składu chemicznego: STEM, TEM-HREM, skład chemiczny EDS
- badanie składu chemicznego granic międzyziarnowych (segregacja zanieczyszczeń)
- nieelastyczne rozpraszanie neutronów (INS)
- magnetyczny rezonans jądrowy (NMR)
- spektroskopia w podczerwieni (IRS), spektroskopia Ramana (RS) i spektroskopia Fourierowska (FTS)
- spektroskopia absorpcji promieniowania X w obszarze przykrawędziowym (XANES) i w zakresie rozciągłej struktury powyżej krawędzi absorpcji (EXAFS)

6b. Badanie własności elektrycznych i magnetycznych ciała stałego

- oznaczanie stałej dielektrycznej i momentu dipolowego
- metody pomiaru przewodnictwa elektrycznego (dwusondowa, czterosondowa i van der Pauw'a)
- badanie efektu Seebecka i Halla
- Spektroskopia impedancyjna (EIS)
- Pomiar podatności magnetycznej

#### 6c. Badania własności cieplnych

- przewodnictwo cieplne polikryształów i tworzyw ceramicznych
- rozszerzalność cieplna

#### 6d. Badania własności mechanicznych ciał stałych

- pomiar twardości, anizotropia twardości
- pomiar wytrzymałości materiałów na ściskanie i rozciąganie.

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

Zajęcia seminaryjne: Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem kształcenia są odpowiedzi na powstałe pytania, a także dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami.

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

Nie określono

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

Zajęcia seminaryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak
- Zasady udziału w zajęciach: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego oraz uczestniczą w dyskusji nad tym tematem. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ok = 1,0z

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

Nie określono

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

Znajomość podstaw teorii ciała stałego oraz fizyki i chemii w tym chemii fizycznej. Umiejętność posługiwania się programami komputerowymi Word oraz PowerPoint.

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

1. A. Bolewski, W. Żabiński (red.), Metody badań minerałów i skał, Warszawa, 1988.
2. A. Oleś, Metody doświadczalne fizyki ciała stałego, WNT, Warszawa, 1998
3. A. Oleś, Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego, WNT, Warszawa, 1987
4. S.T. Jaźwiński (red.) Instrumentalne metody badań materiałów, skrypt Wydawnictwa PW, Warszawa, 1988.
5. L.V. Azároff, Struktura i własności ciał stałych, Warszawa, 1960.
6. F. Staub, J. Adamczyk, Ł. Cieślak, J. Gubała, A. Maciejny, Metaloznawstwo, Katowice, 1972.
7. A. Szummer (red.), Podstawy ilościowej mikroanalizy rentgenowskiej, Warszawa, 1994.
8. G. Schimmel, Metodyka mikroskopii elektronowej, Warszawa, 1976.
9. G.W. Ewing, Instrumental methods of chemical analysis, New York, 1985.
10. H.M. Finnieston (ed.), Structural characteristics of materials, Amsterdam, 1971.
11. K. Przybylski, J. Jedliński, A. Gil, „Zastosowanie nowoczesnych metod badania powierzchni w korozji. Cz. I. Metody wykorzystujące oddziaływanie wiązki przyspieszonych jonów z ciałem stałym.” Ochrona przed korozją, rok 1985, Nr. 3, str. 66-73; Cz. II. Metody oparte na analizie skutków oddziaływania wiązki elektronów lub fotonów z ciałami stałymi, Ochrona przed korozją, rok. 1985, Nr. 4 , str. 103-109.
12. Z. Bojarski, E.Łągiewka, Rentgenowska analiza strukturalna, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego,

Katowice, 1995.

13. J. Obraz, Ultradźwięki w technice pomiarowej, WNT, Warszawa, 1983
14. W. Bogusz, F. Krok, Elektrolity stałe. Właściwości elektryczne i sposoby ich pomiaru, WNT, Warszawa, 1995
15. R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, PWN, Warszawa, 2007
16. M.W. Grabski, J.A. Kozubowski, Inżynieria materiałowa. Geneza, istota, perspektywy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003
17. R. Pampuch, S. Błażewicz, G. Górny, Materiały ceramiczne dla elektroniki, Wydawnictwa AGH, Kraków, 1993
18. J. Sieniawski, A. Cyunczyk, Właściwości ciał stałych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2009
19. W. Kubiak, J. Gołaś (red.), Instrumentalne metody analizy chemicznej, Wydawnictwo Naukowe AKAPIT, Kraków, 2005
20. K.W. Szalimowa, Fizyka półprzewodników, PWN, Warszawa, 1974
21. B. Major, Ablacja i osadzanie laserem impulsowym, Wydawnictwo Naukowe AKAPIT, Kraków, 2002
22. A.F. Wells, Strukturalna chemia nieorganiczna, WNT, Warszawa, 1993
23. E.T. Dutkiewicz, Fizykochemia powierzchni, WNT, Warszawa, 1998
24. N.F. Kowtoniuk, J.A. Koncewoj, Pomiary parametrów materiałów półprzewodnikowych, PWN, Warszawa, 1973
25. R. Zallen, Fizyka ciał amorficznych, PWN, Warszawa, 1994
26. J. Misiewicz, G. Sęk, P. Sitarek, Spektroskopia fotoodbiciowa struktur półprzewodnikowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1999
27. M. Pluta, Mikrointerferometria w świetle spolaryzowanym, WNT, Warszawa, 1990
28. H. Lüth, Surfaces and Interfaces of Solid Materials, Springer, 1995
29. M. Trzaska, Z. Trzaska, Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna w inżynierii materiałowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2010
30. S. Kończak, J. Mazur, Podstawy transmisji optycznej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997
31. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa, 2010
32. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna wspomagana komputerem, PWN, Warszawa, 2003
33. M. Cyrot, D. Pavuna, Wstęp do nadprzewodnictwa. Nadprzewodniki wysokotemperaturowe, PWN, Warszawa, 1996
34. R. Pampuch, Budowa i właściwości materiałów ceramicznych, Wydawnictwa AGH, Kraków, 1995
35. J. Stankowski, W. Hilczer, Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych, PWN, Warszawa, 2005
36. J.W. Hennel, J. Klinowski, Podstawy magnetycznego rezonansu jądrowego, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 2000
37. J. Najbar, A. Turek (red.), Fotochemia i spektroskopia optyczna. Ćwiczenia laboratoryjne, PWN, Warszawa, 2009
38. T. Stacewicz, A. Witowski, J. Ginter, Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2002
39. J. Misiewicz, P. Podemski, Optyka struktur półprzewodnikowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2008
40. F.J. Blatt, Fizyka zjawisk elektronowych w metalach i półprzewodnikach, PWN, Warszawa, 1973
41. J. Garbarczyk, Wstęp do fizyki ciała stałego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2000
42. J. Sokołowski, B. Pluta, M. Nosiła, Elektronowy Mikroskop Skaningowy, Politechnika Śląska, Gliwice, 1979
43. D.N. Todor, Thermal analysis of minerals, ABACUS PRESS, Tunbridge Wells, Kent, England, 1976
44. W.W.M. Wendlandt, Thermal analysis, John Wiley and Sons, 1986
45. H.J. Grabke, D.B. Meadowcroft, Guidelines for methods of testing and research in high temperature corrosion, The Institute of Materials, 1995
46. C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa, 1999
47. J. Kozubowski, Metody transmisyjnej mikroskopii elektronowej, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice, 1975

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

Nie podano dodatkowych publikacji

### **Informacje dodatkowe**

Brak