



Zachodniopomorski  
Uniwersytet  
Technologiczny  
w Szczecinie

# Metody i techniki badań II

**Dr hab. inż. Agnieszka Kochmańska, Prof. ZUT**  
**Katedra Technologii Materiałowych**  
**Wydział Inżynierii Mechanicznej**  
**i Mechatroniki ZUT**

Dr hab. inż. Agnieszka Kochmańska, Prof. ZUT  
pok. 20

Katedra Technologii Materiałowych  
Laboratorium Inżynierii Powierzchni

[agnieszka.kochmanska@zut.edu.pl](mailto:agnieszka.kochmanska@zut.edu.pl)  
[www.akochmanska.zut.edu.pl](http://www.akochmanska.zut.edu.pl)



# Zasady zaliczenia przedmiotu

Termin zaliczenia wykładu – forma pisemna – pierwszy termin na ostatnim wykładzie

Warunki zaliczenia laboratorium :

- obecność na wszystkich ćwiczeniach laboratoryjnych,
- uzyskanie pozytywnej oceny z każdego ćwiczenia,
- poprawne wykonanie sprawozdania zgodnie ze wskazówkami prowadzącego ćwiczenie.

# Literatura

1. M. Abramowitz: Microscope, Basics and Beyond, For Olympus America Inc. Volume 1, 2003, available: <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/pdfs/basicsandbeyond.pdf>
2. M. W. Davidson, M. Abramowitz: Optical microscopy, available: <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/pdfs/microscopy.pdf>
3. R. J. Weiss: Under the microscope, the brief history of microscopy, Series in popular science, World Scientific Publishing 2006
4. M. A. Nasser Hajibagheri: Electron Microscopy Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology, Vol. 117, Humana Press, 2003
5. Prowans St.: Metody i techniki badań, cz. 1; Wyd. PS, Szczecin, 1981
6. Przybyłowicz K.: metody badania tworzyw metalicznych, PŚ, Kielce, 2011
7. Barbacki A.: Metody i techniki strukturalnych badań metali; Wyd. PP, Poznań, 1982
8. Jaźwiński St.: Instrumentalne metody badań materiałów, Wyd. PW, Warszawa, 1983
9. Dobrzański L., Hajduczek E.: Mikroskopia świetlna i elektronowa, WNT, Warszawa, 1987
10. Sokołowski J.: Elektronowy mikroskop skaningowy, Wyd. PŚI, Gliwice, 1979
11. Barbacki A.: Metody analizy krystalograficznej w mikroskopii elektronowej, Wyd. PP, Poznań, 1978
12. Przybyłowicz K.: Nowoczesne metody badawcze w metalurgii i metaloznawstwie, Wyd. AGH, Kraków, 1981
13. Bojarski Z.: Mikroanalizator rentgenowski, Wyd. Śląsk, Katowice, 1971
14. Szummer A.: Podstawy ilościowej mikroanalizy rentgenowskiej, WNT Warszawa 1994.

# Literatura

1. <http://zmio.zut.edu.pl/> <http://akochmanska.zut.edu.pl/>
2. <http://legacy.mos.org/sIn/SEM/>
3. <https://www.microscopyu.com/tutorials>
4. <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/index.html>
5. <https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/>
6. <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/articles/basics/index.html>
7. <http://legacy.mos.org/sIn/SEM/>
8. <https://www.edmundoptics.com/resources/application-notes/microscopy/>
9. <https://www.e-mikroskopy.pl/blog-o-mikroskopach/>
10. <http://www.crystallography.net/>

# Tematyka wykładów

## I Wstęp

1. Opis struktury
2. Metody badań: mikroskopowe, dyfrakcyjne, właściwości fizycznych
3. Ogólne właściwości promieniowania elektromagnetycznego; ruch falowy; modulowanie promieniowania; interferencja promieniowania; tworzenie obrazu



# Tematyka wykładów

## II Metalografia świetlna

1. Optyka świetlna
2. Badania makroskopowe
3. Mikroskopia świetlna jakościowa
4. Metalografia ilościowa



# Tematyka wykładów

## II Metalografia świetlna

### 1. Optyka świetlna

- Podstawy fizyczne: światło widzialne; powstawanie obrazu w soczewce; wady soczewek
- Teoria mikroskopu świetlnego: tworzenie obrazu; apertura; zdolność rozdzielcza; powiększenie; głębia ostrości
- Budowa mikroskopu świetlnego





# Tematyka wykładów

## II Metalografia świetlna

1. Optyka świetlna

**2. Badania makroskopowe**

- Metodyka badań: trawienie makroskopowe; fraktografia; próba Baumana; próba niebieskiego przełomu; próba rtęciowa



# Tematyka wykładów

## II Metalografia świetlna

1. Optyka świetlna
2. Badania makroskopowe
3. **Mikroskopia świetlna jakościowa**

- Podstawowe czynności preparatyki: wycinanie próbek; szlifowanie; polerowanie; trawienie
- Techniki mikroskopii świetlnej: pole jasne; pole ciemne; światło spolaryzowane; kontrast fazowy i interferencyjny
- Specjalne techniki mikroskopii świetlnej: badania niskotemperaturowe; badania wysokotemperaturowe



# Tematyka wykładów

## II Metalografia świetlna

1. Optyka świetlna
  2. Badania makroskopowe
  3. Mikroskopia świetlna jakościowa
  4. **Metalografia ilościowa**
- Podstawy metalografii ilościowej: zasada Cavalieriego – Hacquerta; wskaźniki struktury
  - Metodyka badań: udział objętościowy faz składowych; wielkość ziarna
  - Automatyczna metalografia ilościowa



# Tematyka wykładów

## III Metalografia elektronowa

1. Podstawy optyki elektronowej
2. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM)



# Tematyka wykładów

## III Metalografia elektronowa

### 1. Podstawy optyki elektronowej

- Właściwości wiązki elektronów
- Ruch elektronów w polu magnetycznym
- Tworzenie obrazu w soczewce elektromagnetycznej
- Błędy odwzorowania
- Oddziaływanie wiązki elektronów z materią



# Tematyka wykładów

## III Metalografia elektronowa

1. Podstawy optyki elektronowej

2. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM)

- Powstawanie obrazu w SEM
- Rodzaje obrazów w SEM
- Budowa mikroskopu skaningowego
- Preparatyka i podstawowe metody badań



# Tematyka wykładów

## IV Metalografia strukturalna

### 1. Mikroanaliza rentgenowska



# Tematyka wykładów

## IV Metalografia strukturalna

### 1. Mikroanaliza rentgenowska

- Podstawy fizyczne metody: wzbudzenie promieniowania rentgenowskiego; widmo ciągłe; widmo charakterystyczne
- Zasady detekcji promieniowania rentgenowskiego; analiza długości fali (WDS); analiza energii (EDS)
- Metodyka badań: analiza jakościowa; analiza ilościowa





# Tematyka wykładów

## V Metody badań właściwości fizycznych

1. Analiza cieplna
2. Metody elektromagnetyczne



# Tematyka wykładów

## V Metody badań właściwości fizycznych

### 1. Analiza cieplna

- Termiczna analiza różnicowa; termograwimetria
- Dylatometria: podstawy fizyczne metody
- Aparatura dylatometryczna: dylatometr różnicowy; dylatometr bezpośredni
- Metodyka badań dylatometrycznych: współczynnik rozszerzalności cieplnej; temperatura przemian fazowych; kinetyka przemian fazowych



# Tematyka wykładów

## V Metody badań właściwości fizycznych

1. Analiza cieplna

2. **Metody elektromagnetyczne**

- Metody pomiaru oporności elektrycznej
- Metody magnetyczne: właściwości magnetyczne materiałów; metody analizy termomagnetycznej





Zachodniopomorski  
Uniwersytet  
Technologiczny  
w Szczecinie

West Pomeranian  
University  
of Technology  
in Szczecin

Dziękuję za uwagę