

Nazwa przedmiotu: <b>RENTGENOGRAFIA</b>		
Kierunek: <b>Inżynieria materiałowa</b>		<b>Kod przedmiotu: IM.PK.C3.15</b>
<b>Rodzaj przedmiotu</b> <b>Kierunkowy obowiązkowy</b>	Poziom przedmiotu <b>Studia I stopnia</b> niestacjonarne	Rok: III Semestr: V
<b>Rodzaj zajęć</b> Wykład, laboratorium	<b>Liczba godzin/zjazd</b> <b>1W<sup>e</sup>, 2L</b>	<b>Liczba punktów</b> <b>4 ECTS</b>

## PRZEWODNIK PO PRZEDMIOCIE

### I KARTA PRZEDMIOTU

#### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy o dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na ciałach krystalicznych
- C2. Zapoznanie studentów z technikami badania materiałów z użyciem promieniowania rentgenowskiego
- C3. Zapoznanie studentów z procedurą jakościowych i ilościowych analiz materiałów

#### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu fizyki, matematyki oraz krystalografii.
2. Znajomość zasad bezpieczeństwa pracy przy obsłudze urządzeń pomiarowych
3. Umiejętność wykonywania działań matematycznych do rozwiązywania postawionych zadań.
4. Umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji w tym z instrukcji i dokumentacji technicznej.
5. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
6. Umiejętności prawidłowej interpretacji i prezentacji własnych działań.

#### EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – posiadanie wiedzy teoretycznej z zakresu otrzymywania promieniowania rentgenowskiego i jego oddziaływania z materią
- EK 2 – znajomość równania Bragga i umiejętność określenia orientacji monokryształu
- EK 3 – znajomość zasad działania i obsługi dyfraktometru oraz umiejętność planowania, przygotowania i wykonania pomiaru dyfraktometrycznego
- EK 4 – umiejętność identyfikacji faz na podstawie dyfraktogramu
- EK 5 – umiejętność określania ilości austenitu szczałkowego
- EK 6 – znajomość procedury wyznaczania parametru sieciowego, wielkości kryształitów oraz tekstury i naprężeń w materiałach krystalicznych

#### TREŚCI PROGRAMOWE

<b>Forma zajęć – WYKŁADY</b>	<b>Liczba godzin</b>
<b>W 1</b> – Otrzymywanie promieniowania rentgenowskiego	<b>1</b>
<b>W 2</b> – Widmo ciągłe i widmo charakterystyczne	<b>1</b>
<b>W 3,4</b> – Oddziaływanie promieniowania rtg z materią. Detekcja promieniowania	<b>2</b>
<b>W 5</b> – Monochromatyzacja promieniowania rentgenowskiego	<b>1</b>
<b>W 6,7</b> – Dyfrakcja promieni rentgenowskich. Równanie Bragga	<b>2</b>
<b>W 8</b> – Metody badań monokryształów i polikryształów. Budowa dyfraktometru	<b>1</b>

<b>W 9,10</b> – Natężenie refleksu dyfrakcyjnego. Czynniki struktury	<b>2</b>
<b>W11,12</b> – Rentgenowska analiza fazowa	<b>2</b>
<b>W 13</b> – Rentgenowska analiza ilościowa	<b>1</b>
<b>W 14</b> – Precyzyjny pomiar parametru sieciowego. Pomiar wielkości kryształitów	<b>1</b>
<b>W 15</b> – Pomiar tekstury i makronaprężeń	<b>1</b>
<b>Forma zajęć – LABORATORIUM</b>	<b>Liczba godzin</b>
<b>L 1,2</b> – Budowa i działanie lampy rentgenowskiej	<b>4</b>
<b>L 3,4</b> – Analiza widma promieniowania rentgenowskiego	<b>4</b>
<b>L 5</b> – Absorpcja promieniowania przez różne materiały	<b>2</b>
<b>L 6,7</b> – Geometria dyfrakcji promieni rentgenowskich. Równanie Bragga	<b>4</b>
<b>L8,9</b> – Budowa dyfraktometru rentgenowskiego, zasada pomiaru i preparatyka	<b>4</b>
<b>L 10,11</b> – Wskaźnikowanie refleksów dyfrakcyjnych	<b>4</b>
<b>L 12,13</b> – Rentgenowska analiza fazowa wybranych materiałów	<b>4</b>
<b>L 14</b> – Pomiar ilości austenitu szczątkowego i wielkości kryształitów	<b>2</b>
<b>L 15</b> – Procedura rejestracji figur biegunowych i pomiaru makronaprężeń	<b>2</b>

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

<b>1.</b> – wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych
<b>2.</b> – ćwiczenia laboratoryjne, opracowanie sprawozdań z realizacji przebiegu ćwiczeń
<b>3.</b> – dyfraktometr rentgenowski z oprogramowaniem sterującym
<b>4.</b> – instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych
<b>5.</b> – materiały badawcze i do preparatyki próbek
<b>6.</b> – siatki Wulfa/siatki Greninger
<b>7.</b> – standardowe rzuty stereograficzne
<b>8.</b> – wzorce faz z bazy danych dyfraktometrycznych
<b>9.</b> – program do analizy draktogramów RayfleX

**SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)**

<b>F1.</b> – ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
<b>F2.</b> – ocena umiejętności stosowania zdobytej wiedzy podczas wykonywania ćwiczeń
<b>F3.</b> – ocena sprawozdań z realizacji ćwiczeń objętych programem nauczania
<b>F4.</b> – ocena aktywności podczas zajęć
<b>P1.</b> – ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz sposobu prezentacji uzyskanych wyników – zaliczenie na ocenę*
<b>P2.</b> – ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem wykładu - zaliczenie na ocenę*

\*) warunkiem uzyskania zaliczenia jest otrzymanie pozytywnych ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych,

**OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA**

<b>Forma aktywności</b>	<b>Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności</b>
Godziny kontaktowe z prowadzącym	15W 30L □ 45h
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	20 h
Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	20 h
Wykonanie sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	20 h
Przygotowanie do zaliczenia przedmiotu	30 h
<b>Suma</b>	□ <b>135 h</b>
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>	<b>4 ECTS</b>

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

1. Z.Bojarski, E.Łągiewka: Rentgenowska analiza strukturalna, Wyd. Uniw.Śląski, Katowice, 1995
2. Z.Bojarski, M.Gigla, K.Stróż, M.Surowiec: Krystalografia, PWN, Warszawa, 2008
3. Z i H.Trzaska-Durski: Podstawy krystalografii strukturalnej i rentgenowskiej, PWN, W-wa, 1994
4. Z.Bojarski, E.Łągiewka: Materiały do ćwiczeń z rentgenowskiej analizy strukturalnej, Uniw.Śląski, Katowice, 1982
5. P.Coulomb: Tekstury w metalach o sieci regularnej, PWN, W-wa, 1977
6. J. Koszkuł: Materiały polimerowe. Politechnika Częstochowska, 1999
7. Z.Nitkiewicz, J.Iwaszko, B.Kucharska: Podstawy krystalografii geometrycznej, Wyd. P.Cz., Częstochowa, 2008
8. D. Senczyk: Dyfraktometria rentgenowska w badaniach stanów naprężenia i własności sprężystych materiałów polikrystalicznych, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1995
9. B.D.Cullity: Podstawy dyfrakcji promieni rentgenowskich, PWN, W-wa, 1964

**PROWADZĄCY PRZEDMIOT (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

<b>1. dr inż. Barbara Kucharska, <a href="mailto:bratek@wip.pcz.pl">bratek@wip.pcz.pl</a></b>
---

<b>Efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)</b>	<b>Cele przedmiotu</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne</b>	<b>Sposób oceny</b>
<b>EK1</b>	K_W02 K_W04 K_U14 K_U15 K_K02	C1	W1-5 L1-5	1,2,4	F2,4 P1 P2
<b>EK2</b>	K_W05 K_W09 K_U3 K_U22	C2	W6-7 L5-8	1,2,4,6,7	F2-4 P1 P2
<b>EK3</b>	K_W02 K_W09 K_W16 K_W29 K_U2 K_U15	C2	W5-8 L9	1-5	F2,4 P1 P2
<b>EK4</b>	K_U2 K_U18 K_U15 K_U20	C3	W6,9-11 L9-12	1-5,8	F2,4 P1
<b>EK5</b>	K_U2 K_U18 K_U15 K_U20	C3	W12 L13	1-5,9	F2,4 P1 P2
<b>EK6</b>	K_U3 K_U20 K_W08 K_W09 K_W19	C3	W10,13-15 L11-15	1-7,9	F1,4 P1 P2

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
<b>Efekt 1</b> Posiadanie wiedzy teoretycznej z zakresu otrzymywania promieniowania rentgenowskiego i jego oddziaływania z materia	Student nie opanował podstawowej wiedzy teoretycznej z zakresu otrzymywania promieniowania rentgenowskiego i jego oddziaływania z materia	Student częściowo opanował wiedzę z zakresu powstawania promieniowania rentgenowskiego, jego oddziaływania z materia - zna działanie lampy rentgenowskiej i sposób zabezpieczenia przed promieniowaniem	Student opanował wiedzę z zakresu otrzymywania promieniowania rentgenowskiego i jego oddziaływania z materia - zna fizyczne podstawy otrzymywania widma ciągłego i charakterystycznego oraz umie obliczyć czynnik transmisji	Student bardzo dobrze opanował wiedzę z zakresu otrzymywania promieniowania rentgenowskiego i jego oddziaływania z materia - umie interpretować widma promieniowania, określić czynniki wpływające na widmo oraz obliczać zdolności absorpcyjne materiałów
<b>Efekt 2</b> Znajomość równania Bragga i umiejętność określenia orientacji monokryształu	Student nie umie zinterpretować równania Bragga i nie posiada podstawowej wiedzy z zakresu określenia orientacji monokryształu w pomiarach rentgenowskich	Student zna równanie Bragga i posiada częściową wiedzę z zakresu orientowania monokryształu - zna ideę metody Laue'go promieni zwrotnych i zasady określania kątów na lauegramie. Nie umie dla niego wykonać rzutu stereograficznego.	Student potrafi interpretować równanie Bragga oraz dokonać zobrazowania lauegramu na kole rzutu stereograficznego oraz jego zorientowania w oparciu o zależności algebraiczne	Student potrafi stosować równanie Bragga do rozwiązywania postawionych problemów oraz dokonać orientowania monokryształu z wykonaniem odpowiedniego rzutu stereograficznego i jego opisem
<b>Efekt 3</b> Posiadanie znajomości zasad działania i obsługi dyfraktometru oraz umiejętność planowania, przygotowania i wykonania pomiaru dyfraktometrycznego	Student nie zna zasady działania i obsługi dyfraktometru rentgenowskiego lub nie uczestniczył w zajęciach laboratoryjnych	Student wie na czym polega pomiar dyfraktometryczny i umie przedstawić dyfraktogram w postaci rentgenogramu liczbowego ale nie potrafi dokonać planowania pomiaru	Student zna zasady preparatyki i umie określić wpływ parametrów pomiaru na jakość dyfraktogramu. Zna zasady monochromatyzacji promieniowania. Potrafi określić wskaźniki refleksów od struktur regularnych	Student potrafi zaplanować pomiar w zakresie kątów dyfrakcji, parametrów pomiaru i doboru anody lampy rentgenowskiej. Potrafi zinterpretować dyfraktogram i w oparciu o czynnik struktury uzasadnić wskaźniki refleksów
<b>Efekt 4</b> Posiadanie umiejętności identyfikacji faz i wskaźnikowania refleksów dyfrakcyjnych	Student nie opracował sprawozdania/ Student nie potrafi zaprezentować wyników swoich badań	Student potrafi zastosować równanie Bragga do opisu dyfraktogramu, ale nie potrafi dokonać analizy fazowej.	Student potrafi wykonać analizę fazową badanych materiałów w oparciu o dostarczone wzorce	Student potrafi wykonać analizę fazową badanych materiałów w oparciu o dostarczone wzorce. Zna zasady wskaźnikowania refleksów na dyfraktogramach proszkowych

<b>Efekt 5</b> Posiadanie umiejętności wyznaczenia ilości austenitu szczątkowego	Student nie posiada wiedzy z zakresu określania ilości austenitu szczątkowego i wielkości krystalitów	Student posiada częściową wiedzę z zakresu określania ilości austenitu szczątkowego. Zna pojęcia i potrafi wyznaczyć natężenie całkowite i szerokość połówkową refleksu	Student posiada wiedzę z zakresu określania ilości austenitu szczątkowego - potrafi wykonać obliczenia do uzyskania wzoru oraz stosowania zależności Scherrera.	Student posiada wiedzę z zakresu określania ilości austenitu szczątkowego i wyznaczenia wielkości krystalitów Do analizy profilu refleksów potrafi zastosować program komputerowy
<b>Efekt 6</b> Znajomość procedury wyznaczenia parametru sieci, wielkości krystalitów, tekstury i naprężeń w materiałach krystalicznych	Student nie posiada wiedzy z zakresu wyznaczenia parametru sieci, wielkości krystalitów, tekstury i naprężeń w materiałach krystalicznych	Student posiada wiedzę z zakresu wyznaczenia wielkości krystalitów w oparciu o wzór Scherrera	Student posiada wiedzę z zakresu wyznaczenia wielkości krystalitów i precyzyjnego pomiaru parametru sieci	Student posiada wiedzę z zakresu wyznaczenia wielkości krystalitów i precyzyjnego pomiaru parametru sieci. Zna procedurę wyznaczenia tekstury oraz makronaprężeń

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

1. Wszelkie informacje dla studentów kierunku Inżynieria Materiałowa wraz z:
  - programem studiów,
  - instrukcjami do niektórych ćwiczeń laboratoryjnych,
  - harmonogramem odbywania zajęć
 dostępne są na tablicy informacyjnej oraz stronie internetowej kierunku Inżynieria Materiałowa: [www.inzynieriamaterialowa.pl](http://www.inzynieriamaterialowa.pl)
2. Rozkład konsultacji jest dostępny na stronie internetowej Instytutu Inżynierii Materiałowej: [www.inzynieriamaterialowa.pl](http://www.inzynieriamaterialowa.pl), na tabliczkach informacyjnych umieszczanych na drzwiach gabinetów pracowników oraz w Sekretariacie Instytutu. Informacje na temat godzin konsultacji przekazywane są także bezpośrednio na zajęciach.