

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: Krystalografia, rentgenografia
Nazwa w języku angielskim: Crystallography, roentgenography
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: CHP002006W i CHP002007L
Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1,2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowa wiedza w zakresie chemii ogólnej.
2. Podstawowa wiedza w zakresie fizyki ogólnej.
3. Podstawowa wiedza w zakresie matematyki.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie budowy i symetrii materiałów krystalicznych.
 C2 Poznanie zjawisk zachodzących w materiałach krystalicznych oraz teorii je opisujących.
 C3 Poznanie metod badania materiałów monokrystalicznych, polikrystalicznych i nanokrystalicznych.
 C4 Poznanie możliwości wykorzystania metod badania materiałów krystalicznych w przemyśle i nauce.
 C5 Umiejętność korzystania z krystalograficznych programów komputerowych, *International Tables for Crystallography* oraz *Cambridge Structural Database*.
 C6 Umiejętność studiowania literatury naukowej dotyczącej struktur krystalicznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 ma wiedzę w zakresie budowy i symetrii materiałów krystalicznych,

PEK_W02 zna zasady tworzenia międzynarodowych symboli klas krystalograficznych i grup przestrzennych, rozumie reprezentację graficzną klas i grup,

PEK_W03 zna teorie opisujące zjawisko dyfrakcji w materiałach krystalicznych, zasady konstrukcji sieci odwrotnej i jej znaczenie w interpretacji dyfrakcji, zna relacje między obrazem dyfrakcyjnym a siecią krystaliczną,

PEK_W04 ma wiedzę w zakresie badań strukturalnych monokryształów – rozumie problem fazowy, zna sposoby jego rozwiązania za pomocą metod bezpośrednich i metody ciężkiego atomu,

PEK_W05 posiada wiedzę na temat budowy i badań substancji polikrystalicznych, nanokrystalicznych i kwazikrystalicznych oraz na temat badań synchrotronowych i neutronograficznych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 umie określić klasę krystalograficzną na podstawie modelu kryształu, potrafi korzystać z *International Tables for Crystallography* w zakresie reprezentacji graficznej grup przestrzennych,

PEK_U02 potrafi wyszukiwać informacje w *Cambridge Structural Database*,

PEK_U03 umie określić układ krystalograficzny, grupę dyfrakcyjną oraz centrosymetryczność kryształu,

PEK_U04 umie rozwiązać i udokładować strukturę krystaliczną korzystając z programów komputerowych *SHELXS* i *SHELXL*, potrafi ocenić jakość wyznaczonej struktury, potrafi ocenić dane krystalograficzne znajdujące się w artykułach naukowych, umie zinterpretować dyfraktogram proszkowy.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi brać udział w dyskusji na temat krystalograficznych badań strukturalnych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1– Wy3	Współczesna definicja kryształu i krystalografii. Projekcja stereograficzna i cyklograficzna. Elementy i operacje symetrii w budowie zewnętrznej kryształów. Układy krystalograficzne. Klasy krystalograficzne – symbole międzynarodowe.	3
Wy4– Wy7	Sieć przestrzenna. Sieci Bravais. Proste i płaszczyzny sieciowe. Osie śrubowe. Płaszczyzny poślizgu. Grupy przestrzenne - symbole międzynarodowe. Relacje między budową sieci krystalicznej a budową zewnętrzną kryształów. Budowa kryształu rzeczywistego.	4
Wy8– Wy11	Sieć odwrotna i konstrukcja Ewalda. Metoda badania struktury wewnętrznej monokryształów – rentgenowska analiza strukturalna. Czynniki wpływające na natężenie refleksu. Czynniki struktury. Problem fazowy i jego rozwiązanie. Metody bezpośrednie. Metoda ciężkiego atomu.	4
Wy12– Wy14	Materiały polikrystaliczne i nanokrystaliczne – metody i zastosowanie badań dyfrakcyjnych. Krystalograficzne badania synchrotronowe. Neutronografia. Elektronografia.	3
Wy15	Materiały kwazikrystaliczne - budowa zewnętrzna i wewnętrzna, badania dyfrakcyjne, właściwości, zastosowanie.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Laboratorium wstępne.	2
La2, La3	Analiza symetrii zewnętrznej modeli kryształów – układy krystalograficzne, klasy krystalograficzne, reprezentacja graficzna.	4
La4, La5	Baza danych strukturalnych <i>Cambridge Structural Database</i> .	4
La6, La7	Analiza symetrii wewnętrznej kryształów – grupy przestrzenne, reprezentacja graficzna, <i>International Tables for Crystallography</i> .	4
La8	Pomiar dyfraktometryczny monokryształu.	2
La9 – La11	Określenie układu krystalograficznego, centrosymetryczności i grupy dyfrakcyjnej kryształu na podstawie pomiaru dyfraktometrycznego. Rozwiązanie struktury krystalicznej.	6
La12, La13	Udokładnienie struktury krystalicznej.	4
La14	Zestawienie uzyskanych wyników zgodnie z wymogami czasopism krystalograficznych.	2
La15	Analiza dyfraktogramów proszkowych.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład z prezentacją multimedialną.
2. Wykład z wykorzystaniem tablicy.
3. Praca z modelami, praca z *International Tables for Crystallography*.
4. Wykonanie eksperymentu komputerowego.
5. Wykonanie eksperymentu.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1(wykład)	PEK_W01, PEK_W02	kolokwium cząstkowe I
F2(wykład)	PEK_W03 – PEK_W05	kolokwium cząstkowe II
P1(wykład)=(F1+F2)/2		
F3 – F9 (laboratorium)	PEK_U01– PEK_U04	7 kartkówek na ocenę, sprawozdania na zal.
P2(laboratorium)=(F3+F4+F5+F6+F7+F8+F9)/7 oraz zaliczenie sprawozdań		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, *Krystalografia*, PWN, Warszawa, 2007, 2008. (Wydanie III)
Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, *Krystalografia. Podręcznik wspomagany komputerowo*, PWN, Warszawa, 1996, 2001. (Wydanie I i II)
- [2] Z. Kosturkiewicz, *Metody krystalografii*, UAM, 2000, 2004.
- [3] P. Luger, *Rentgenografia strukturalna monokryształów*, PWN, Warszawa, 1989.

- [4] Z. Trzaska-Durski, H. Trzaska-Durska, *Podstawy krystalografii*, PWN, Warszawa, 2003.
[5] *International Tables for Crystallography*, Volume A, Kluwer Academic Publishers, 1996.

LITERATURA UZUPEŁNIAJACA

- [1] C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, *Fundamentals of crystallography*, C. Giacovazzo Ed., Oxford, 2002.
[2] M. van Meerssche, J. Feneau-Dupont, *Krystalografia i chemia strukturalna*, PWN, Warszawa, 1984.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Ilona Turowska-Tyrk, ilona.turowska-tyrk@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Krystalografia, rentgenografia
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU FIZYKA TECHNICZNA
I SPECJALNOŚCI NANOINŻYNIERIA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(wiedza) PEK_W01	K1FTE_W16_S1NIN	C1	Wy1 – Wy7	1, 2
PEK_W02	K1FTE_W16_S1NIN	C1	Wy1 – Wy7, La2, La3	1 – 3
PEK_W03	K1FTE_W16_S1NIN	C2	Wy8 – Wy11	1, 2
PEK_W04	K1FTE_W16_S1NIN	C3, C4	Wy8 – Wy11	1, 2
PEK_W05	K1FTE_W16_S1NIN	C3, C4	Wy12 – Wy15	1, 2
(umiejętności) PEK_U01	K1FTE_U01, K1FTE_U03	C5	La1 – La3, La6, La7	3, 4
PEK_U02	K1FTE_U01, K1FTE_U03	C5	La4, La5	3, 4
PEK_U03	K1FTE_U01, K1FTE_U03	C2, C3, C5	La8 – La11	3 – 5
PEK_U04	K1FTE_U03, K1FTE_U06	C3 – C6	La11 – La15	3, 4
(kompetencje) PEK_K01	K1FTE_K01	C6	Wy1 – Wy15, La2 – La15	1 – 4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej