

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Podstawy fizyki półprzewodników
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of Semiconductor Physics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria/Fotonika
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	FZP002039W
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Egzamin / Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej i fizyki ciała stałego
2. Umiejętność posługiwania się aparatem algebry liniowej
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych metod obliczenia struktur pasmowych półprzewodników
 C2 Nabycie wiedzy z zakresu zastosowania metod teorii grup w fizyce półprzewodników
 C3 Nabycie umiejętności prostych obliczeń struktur energetycznych kryształów półprzewodnikowych oraz wpływu defektów na zaburzenia tych struktur
 C4 Nabycie wiedzy z zakresu fizyki powierzchni półprzewodników

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 zna strukturę energetyczną podstawowych półprzewodników oraz zna metody klasyfikacji stanów energetycznych w półprzewodnikach z zastosowaniem teorii grup
- PEK_W02 zna metodę ciasnego wiązania obliczania struktur pasmowych półprzewodników jedno-dwu- i trójwymiarowych
- PEK_W03 zna i rozumie wpływ defektów na zjawiska oraz procesy fizyczne w półprzewodnikach
- PEK_W04 zna podstawowe metody, oparte na przybliżeniu metody masy efektywnej oraz na metodzie ciasnego wiązania, obliczenia struktur energetycznych niektórych defektów punktowych
- PEK_W05 zna podstawy teoretyczne i możliwości obliczeniowe metod 'ab initio' w zastosowaniu do fizyki półprzewodników.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 potrafi stosować metodę ciasnego wiązania obliczania struktur pasmowych kryształów półprzewodnikowych, umie obliczać gęstości stanów elektronowych
- PEK_U02 potrafi w prostych przypadkach stosować metody teorii grup do przewidywania stopnia degeneracji stanów oraz rozszczepień zdegenerowanych pod wpływem zaburzenia
- PEK_U03 potrafi obliczać energie niektórych defektów punktowych: płytkich domieszek podstawieniowych, wakansów i głębokich domieszek podstawieniowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 rozumie potrzebę samokształcenia

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przegląd półprzewodników i ich struktur krystalicznych Wiązania chemiczne a struktura pasmowa półprzewodników	2
Wy2	Przybliżenie elektronów prawie swobodnych; metoda pseudopotencjału	2
Wy3	Metoda ciasnego wiązania i zastosowanie do obliczania struktur pasmowych półprzewodników cz.1.	2
Wy4	Metoda ciasnego wiązania i zastosowanie do obliczania struktur pasmowych półprzewodników cz.2.	2
Wy5	Metoda kp z uwzględnieniem oddziaływania spin- orbita	2
Wy6	Model Kane'a; model Luttingera; przegląd struktur pasmowych najbardziej znanych półprzewodników i	2
Wy7	Symetrie kryształów; grupy symetrii; reprezentacje grup; charakterystyki reprezentacji, rozkład reprezentacji przywiedlnych na nieprzywiedlne	2
Wy8	Teoria grup a mechanika kwantowa: funkcje falowe jako funkcje bazy reprezentacji nieprzywiedlnych, zastosowanie teorii grup do klasyfikacji stanów energetycznych w półprzewodnikach	2
Wy9	Metoda masy efektywnej; zastosowanie do obliczenia struktur energetycznych płytkich domieszek	2
Wy10	Omówienie metod obliczenia struktur energetycznych głębokich defektów cz.1.	2
Wy11	Omówienie metod obliczenia struktur energetycznych głębokich defektów cz.2.	2
Wy12	Relaksacja sieci wokół głębokiego defektu.	2

Wy13	Metody obliczeniowe 'ab initio'; elementy teorii funkcjonału gęstości (DFT); reprezentacje równań Kohna-Shama; przybliżenia struktury elektronowej jonu; relaksacja układu elektronowego i jonowego.	2
Wy14	Odpowiedź liniowa i nieliniowa na zaburzenie zewnętrzne (wychylenie atomu, odkształcenie, pole elektryczne); metody bezpośrednie i oparte na rachunku zaburzeń DFT.	2
Wy15	Struktura pasmowa w ramach DFT; funkcyjonały specjalne, hybrydowe i inne podejścia (LDA+U, GW); gęstość stanów całkowita i cząstkowa; stopy półprzewodnikowe.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna 2. Wykład – częściowo udostępniony w sieci zapis elektroniczny 3. Konsultacje 4. Praca własna – przygotowanie do wykładu i egzaminu	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 - PEK_W05 PEK_U01 – PEK_U03 PEK_K01	Egzamin/ Zaliczenie na ocenę

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K. Sierański, M. Kubisa, J. Szatkowski, J. Misiewicz, <i>Półprzewodniki i Struktury Półprzewodnikowe</i>, Oficyna Wydawnicza P. Wr. 2002 2. M. Cydilkowski, <i>Elektrony i dziury w półprzewodnikach</i>, PWN Warszawa 1976 3. W.L.Boncz-Brujewicz, S.G.Kałasznikow, <i>Fizyka Półprzewodników</i>, PWN Warszawa 1985. P. S. Kiriejew, <i>Fizyka półprzewodników</i>, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1971 4. P. Y. Yu, M.Cardona, <i>Fundamentals of Semiconductors</i>, Springer-Verlag, Berlin, 1996 5. A. I. Anselm, <i>Wstęp do teorii półprzewodników</i>, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1967, Nauka, Moskwa 1978. 6. P. S. Kiriejew, <i>Fizyka półprzewodników</i>, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1971. <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. W. A. Harrison, <i>Electronic Structure and the Properties of Solids, The Physics of Chemical Bonds</i>, W.H. Freeman and Company, San Francisco 1980 2. M. Lanoo, J. Bourgoin, <i>Points Defects in Semiconductors I, Theoretical Aspects</i>,

Springer Verlag, Berlin 1981

3. L. Sosnowski, Wstęp do fizyki ciała stałego, część I, II, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1984
4. G. L. Bir, G. E. Pikus, *Symetria i efekty deformacyjne w półprzewodnikach*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1997.

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

Dr inż. Kazimierz Sierański, kazimierz.sieranski@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Podstawy fizyki półprzewodników
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna
I SPECJALNOŚCI Nanoinżynieria/Fotonika

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***
PEK_W01 (wiedza)	K1FIZ_W05, K1FIZ_W10	C1, C2,	Wy1 – 6	1, 2, 5
PEK_W02	K1FIZ_W03, K1FIZ_W05, K1FIZ_W10	C1, C2	Wy1 –6	1, 2, 5
PEK_W03	K1FIZ_W03, K1FIZ_W05, K1FIZ_W10	C1, C2	Wy1 –6	1, 2, 5
PEK_W04	K1FIZ_W03, K1FIZ_W05, K1FIZ_W10	C1, C2	Wy1 –6	1, 2, 5
PEK_W05	K1FIZ_W03, K1FIZ_W05, K1FIZ_W10	C1, C2	Wy13-15	1, 2, 5
PEK_U01 (umiejętności)	K1FIZ_U01, K1FIZ_U04, K1FIZ_U12	C3	Ćw1 – 3	3, 4, 5
PEK_U02	K1FIZ_U01, K1FIZ_U04, K1FIZ_U12	C3	Ćw1 –3	3, 4, 5
PEK_U03	K1FIZ_U01, K1FIZ_U04, K1FIZ_U12	C3	Ćw1 –3	3, 4, 5
PEK_K01 (kompetencje)	K1FIZ_K01	C1, C2, C3	Wy1 –6, Ćw1 – 3	1 – 5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej