

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Fizyka ciała stałego - 2</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Solid State Physics - 2</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Fizyka Techniczna</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Nanoinżynieria/Fotonika</b>
Stopień studiów i forma:	<b>I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	<b>FZP001207W i FZP001207L</b>
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		<b>4</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		2		

\*niepotrzebne skreślić

#### 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 i analizy matematycznej
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie zaawansowanej wiedzy z zakresu obliczeń struktury pasmowej ciał stałych
- C2 Nabycie zaawansowanej wiedzy z zakresu transportu nośników prądu w ciałach stałych
- C3 Poznanie metod badań ciał stałych umieszczonych w zewnętrznych polach elektrycznych i magnetycznych
- C4 Poznanie własności niektórych półprzewodników o specyficznych własnościach fizycznych: półprzewodniki półmagnetyczne i ferromagnetyczne

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 zna podstawowe koncepcje, zasady, modele teoretyczne oraz metody pomiarowe fizyki ciała stałego

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 rozumie potrzebę samokształcenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć		Liczba godzin
Wy1	Procesy rozpraszania nośników prądu w ciałach stałych	2
Wy2	Równanie Boltzmana	2
Wy3	Pojęcie czasu relaksacji nośników prądu	2
Wy 4	Prawo Ohma w ujęciu mikroskopowym	2
Wy5	Efekt Halla - przybliżenie półklasyczne	2
Wy 6	Magnetoopór - przybliżenie półklasyczne	2
Wy 7	Równanie Boltzmana zależne od czasu	
Wy8	Sens fizyczny zespolonych współczynników przewodnictwa i załamania	2
Wy 9	Odbicie metaliczne Zależność stałych optycznych od częstości drgań fali elektromagnetycznej	2
Wy10	Oscylacje Shubnikowa-de Haasa	2
Wy11,	Przybliżenie oscylatorów harmonicznych	2
Wy12	Efekt Faradaya	2
Wy 13	Rezonans cyklotronowy	
Wy14	Wpływ zewnętrznego pola magnetycznego na własności fizyczne ciał stałych - opis kwantowy - poziomy Landaua	2
Wy15	Oddziaływanie fali elektromagnetycznej z materią – opis kwantowy	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Laboratorium podstaw fizyki ciała stałego: przygotowanie pomiaru; pomiar i opracowanie wyników z wybranych zagadnień fizyki ciała stałego: 1. Wyznaczanie koncentracji nośników i szerokości przerwy energetycznej w germanie z pomiarów temperaturowej zależności wsp. Halla i przewodności elektrycznej. 2. Pomiar magneto-oporności bizmutu. 3. Wyznaczanie czasów życia nośników w półprzewodnikach 4. Absorpcja światła w półprzewodnikach. Wyznaczanie krawędzi absorpcji podstawowej. 5. Badanie zależności przewodności elektrycznej ciał stałych (przewodnika, półprzewodnika, nadprzewodnika) od temperatury.	30

	6. Fotoluminescencja i odbicie światła od studni kwantowych GaAs/AlGaAs	
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna N2. Wykład – częściowo udostępniony w sieci zapis elektroniczny N3. Zajęcia w laboratorium – dyskusja sposobów wykonania pomiarów, opracowania i interpretacji wyników pomiarów N4. Konsultacje N5. Praca własna – przygotowanie seminarium, do wykładu i egzaminu

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK_W01	Wykład - Egzamin
P = F1		
F1 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_K01	Ocena ze sprawozdań
P = F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. Ibach, H. Luth, <i>Fizyka Ciała Stałego</i>, PWN, Warszawa, 1996</li> <li>2. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, <i>Fizyka Ciała Stałego</i>, PWN, Warszawa, 1986</li> <li>3. L. Sosnowski, “Fizyka Ciała Stałego” t.2, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1977</li> <li>4. L. Bryja, J. Jadczyk, K. Ryczko, <i>Matter Radiation Interaction</i>, Politechnika Wrocławska 2012</li> </ol> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. W. A. Harrison, <i>Fizyka Ciała Stałego</i>, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975</li> <li>2. P. Yu, M. Cardona, <i>Fundamentals of Semiconductors</i>, Springer, Berlin 1996</li> </ol>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr hab. inż. Leszek Bryja prof. nadzw., Leszek. Bryja@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Fizyka ciała stałego - 2**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna**  
**I SPECJALNOŚCI Nanoinżynieria/Fotonika**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	K1FTE_W17_S1NIN	C1-C4	Wy1-Wy15	N1, N2, N4, N5
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	K1FTE_U03	C1-C4	La1	N3, N4
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1FTE_K01	C1-C4	Wy1-Wy15	N1—N5

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej