

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim</b> Nadprzewodnictwo-układy niekonwencjonalne	
<b>Nazwa w języku angielskim</b> Unconventional superconductivity	
<b>Kierunek studiów:</b> Inżynieria Kwantowa	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> .....	
<b>Stopień studiów i forma:</b> II stopień, stacjonarna	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> wybieralny	
<b>Kod przedmiotu</b> FZP001514	
<b>Grupa kursów</b> NIE	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	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	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2				

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej 1 i 2
2. metod matematycznych fizyki
3. fizyki ciała stałego
4. fizyki statystycznej
5. nadprzewodnictwa

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie wiedzy dotyczącej nadprzewodnictwa w układach niekonwencjonalnych.  
C2 Nabycie umiejętności formułowania i rozwiązywania podstawowych problemów dotyczących zjawiska nadprzewodnictwa w układach niekonwencjonalnych.  
C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących potrzebę dalszego kształcenia oraz kreatywnego myślenia. Utrwalanie poczucia konieczności ciągłego rozwijania kompetencji zawodowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01-wiedza dotycząca nadprzewodnictwa w układach niekonwencjonalnych.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - umiejętność stosowania metod kwantowej teorii pola w opisie zjawiska nadprzewodnictwa ze szczególnym uwzględnieniem nadprzewodnictwa w układach ze złamaną symetrią inwersji oraz nadprzewodnictwa dynamicznego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEK\_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEK\_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Symetria inwersji - operator parzystości, parzystość układu.	2
Wy2	Sprzężenie spin-orbita. Operatory stanów Blocha – operatory pasmowe.	2
Wy3	Złamanie symetrii inwersji. Rozszczepienie pasma energetycznego.	2
Wy4	Pary Coopera. Funkcja Greena pary Coopera.	2
Wy5	Symetria par Coopera – symetria inwersji i symetria odbicia czasu.	2
Wy6	Podstawowa symetria par Coopera.	2
Wy7	Symetrie stanu nadprzewodzącego. Struktura spinowa parametru porządku. Separacja stanów singletowego i trypletowego.	4
Wy8	Nadprzewodnictwo w układzie ze złamaną symetrią inwersji – nadprzewodnictwo niecentrosymetryczne. Nadprzewodnictwo wewnątrzpasmowe i międzypasmowe.	4
Wy9	Równania Gorkowa i zlinearyzowane równania Gorkowa. Temperatura krytyczna stanu nadprzewodzącego.	2
Wy10	Nadprzewodnictwo singletowe.	2
Wy11	Nadprzewodnictwo trypletowe.	2
Wy12	Nadprzewodnictwo mieszane singletowo-trypletowe.	2
Wy13	Nadprzewodnictwo dynamiczne.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład – forma tradycyjna.  
N2. Konsultacje.  
N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01 ÷ PEK_K03	Kolokwium pisemne.

P=F (zaliczenie wykładu)

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] G. Harań, „Nadprzewodnictwo - układy niekonwencjonalne” – materiały dydaktyczne „ZPR Pwr – Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Wrocławskiej”  
[2] E. Bauer, M. Sigrist „Non-centrosymmetric superconductors”, Springer 2011

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A.L. Fetter, J.D. Walecka „Kwantowa teoria układów wielu cząstek”, PWN 1982  
[2] G.D. Mahan „Many-particle physics”, Plenum Press 1981  
[3] J.R. Schrieffer „Theory of superconductivity”, ABP 1999  
[4] A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinski „Methods of quantum field theory in statistical physics”, Dover Publications, 1963

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Grzegorz Harań, [haran@pwr.edu.pl](mailto:haran@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Nadprzewodnictwo-układy niekonwencjonalne**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa**

<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>	<b>K2INK_W01, K2INK_W11</b>	<b>C1</b>	<b>Wy1-11</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	<b>K2INK_U01,K2INK_U02</b>	<b>C2</b>	<b>Wy1-11</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	<b>K2INK_K01, K2INK_K05,K2INK_K08</b>	<b>C3</b>	<b>Wy1-11</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_K02</b>	<b>K2INK_K07</b>	<b>C3</b>	<b>Wy1-11</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_K03</b>	<b>K2INK_K02, K2INK_K06</b>	<b>C3</b>	<b>Wy1-11</b>	<b>N1,N2,N3</b>

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

\*\*\* - z tabeli powyżej