

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej  
**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim** Makroskopowe zjawiska kwantowe – nadprzewodnictwo, nadciekłość, kondensaty atomów

**Nazwa w języku angielskim** Macroscopic quantum phenomena – superconductivity, superfluidity, atomic condensates

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżynieria kwantowa

**Specjalność (jeśli dotyczy):**

**Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna

**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy

**Kod przedmiotu** FZP001090W

**Grupa kursów** 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				
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)					

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej (Mechanika kwantowa 1 i 2),
2. fizyki statystycznej (Termodynamika i fizyka statystyczna),
3. fizyki fazy skondensowanej (Podstawy fizyki ciała stałego).

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Wiedza dotycząca kwantowych podstaw zjawisk nadprzewodnictwa i nadciekłości.

C2 Umiejętność rozwiązywania podstawowych zagadnień nadprzewodnictwa.

C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących samokształcenie, odpowiedzialność, uczciwość, rzetelność i wrażliwość na przestrzeganie obyczajów obowiązujących w

środowisku akademickim i innych społecznościach.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01- wiedza dotycząca stanu podstawowego nadprzewodnika oraz teorii BCS.

PEK\_W02 – wiedza dotycząca stanów wzbudzonych nadprzewodnika i wpływu wzbudzeń termicznych na porządek dalekozasięgowy.

PEK\_W03 – sformułowanie nadprzewodnictwa w ujęciu teorii Ginzburga-Landaua.

PEK\_W04 – wiedza dotycząca symetrii stanu nadprzewodzącego oraz układów, w których realizowane jest nadprzewodnictwo niekonwencjonalne.

PEK\_W05 – wiedza dotycząca nadciekłości kondensatów atomowych na sieciach optycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – umiejętność interpretacji zjawisk zachodzących w układach fermionów na skutek przyciągającego oddziaływania dwucząstkowego.

PEK\_U02 – umiejętność stosowania metody wariacyjnej w opisie zjawiska nadprzewodnictwa.

PEK\_U03 – umiejętność stosowania podstawowych równań teorii BCS.

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	Zagadnienie Coopera. Para Coopera w gazie elektronowym.	2
Wy2	Funkcja falowa stanu podstawowego nadprzewodnika BCS.	1
Wy3	Modelowy hamiltonian i energia stanu podstawowego.	3
Wy4	Stan podstawowy w rachunku wariacyjnym.	2
Wy5	Parametr porządku i równanie na szczelinę.	2
Wy6	Założenia teorii BCS. Parametr porządku w stanie podstawowym. Gęstość stanów.	2
Wy7	Wzbudzenia jednocząstkowe, stany wzbudzone. Równanie na szczelinę w temperaturze $T > 0$ .	4
Wy8	Temperatura krytyczna.	2
Wy9	Teoria Ginzburga-Landaua jako teoria graniczna teorii BCS. Parametr porządku w pobliżu temperatury krytycznej.	4
Wy10	Teoria Ginzburga-Landaua. Nadprzewodnik w polu magnetycznym. Głębokość wnikania pola magnetycznego.	2

Wy11	Hamiltonian nadprzewodnika, przybliżenie średniego pola.	1
Wy12	Symetria stanu podstawowego. Stany singletowe i trypletowe. Nadprzewodnictwo niekonwencjonalne: nadciekły $^3\text{He}$ , nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe.	2
Wy13	Kondensaty atomów na sieciach optycznych.	3
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1. Wykład – forma tradycyjna. N2. Konsultacje. N3. Praca własna.	

### 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	PEK_W01 ÷ PEK_W05; PEK_U01 ÷ PEK_U03 PEK_K01 ÷ PEK_K08	Kolokwium pisemne
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] A.J. Leggett „Quantum Liquids”, Oxford University Press 2010            [2] J.R. Schrieffer „Theory of Superconductivity”, ABC 1999            [3] A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinski „Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics”, Dover Publications 1963            [4] P.G. De Gennes „Superconductivity of metals and alloys”, Addison-Wesley Publishing Co. 1989</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] „Handbook of High-Temperature Superconductivity”, ed. J.R. Schrieffer, Springer 2007</p>	
<p><b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b></p> <p style="text-align: center;">Grzegorz Harań, grzegorz.haran@pwr.wroc.pl</p>	

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Makroskopowe zjawiska kwantowe – nadprzewodnictwo,  
nadciekłość, kondensaty atomów**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria kwantowa**  
I SPECJALNOŚCI .....

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)	K1INK_W04-W06	C1	Wy1-6	N1,2,3
PEK_W02	K1INK_W04-W06	C1	Wy7-8	N1,2,3
PEK_W03	K1INK_W04-W06	C1	Wy9-10	N1,2,3
PEK_W04	K1INK_W04-W06	C1	Wy11-12	N1,2,3
PEK_W05	K1INK_W04-W06	C1	Wy13	N1,2,3
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy1-13	N1,2,3
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy1-13	N1,2,3
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy1-13	N1,2,3
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K07	C3	Wy1-13	N1,2,3
PEK_K02	K1INK_K05	C3	Wy1-13	N1,2,3
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	Wy1-13	N1,2,3

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

\*\*\* - z tabeli powyżej