

SYLABUS PRZEDMIOTU

1.	Nazwa przedmiotu w języku polskim: Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej	
2.	Dyscyplina: nauki fizyczne	
3.	Język wykładowy: angielski	
4.	Jednostka prowadząca przedmiot: Wydział Fizyki i Astronomii	
5.	Rodzaj przedmiotu (obowiązkowy lub do wyboru): do wyboru dla specjalności: fizyka doświadczalna, fizyka teoretyczna, fizyka komputerowa; do wyboru – jeden z dwóch: Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej albo Kwantowa teoria pola – dla specjalności Master's Study in Theoretical Physics	
6.	Kierunek studiów: fizyka	
7.	Poziom studiów (I stopień lub II stopień): II	
8.	Rok studiów: 1 (specjalność fizyka teoretyczna); 2 (specjalności: fizyka doświadczalna, fizyka komputerowa, Master's Study in Theoretical Physics)	
9.	Semestr (zimowy lub letni): letni	
10.	Forma zajęć i liczba godzin: wykład – 30, konwersatoria – 30	
11.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu: brak	
12.	Cele kształcenia dla przedmiotu: Dobre zrozumienie fizyki układów materii skondensowanej, takich jak metale, nadprzewodniki i ultrazimne gazy atomowe. Umiejętność rozumienia i stosowania nowoczesnych metod fizyki kwantowej wielu ciał, w tym metody formalizmu drugiego kwantu, funkcji Greena i funkcji odpowiedzi.	
13.	Treści programowe: Metale normalne, powierzchnia Fermiego, przewodnictwo. Podstawowe fakty o nadprzewodnictwie. Funkcja Greena w zerowej temperaturze. Reprezentacje. Macierz S. Funkcje Greena w skończonej temperaturze. Swobodna funkcja Greena fermionu. Reguły Feynmana. Funkcje Greena Matsubary w skończonej temperaturze. Wyliczanie pętli w formalizmie Matsubary. Obliczanie energii własnych dla różnych układów normalnych. Energia własna elektronu Focka. Energia własna fononu. Mikroskopowa teoria nadprzewodnictwa BCS. Równania Dysona i równanie przerwy. Prąd Josephsona w teorii mikroskopowej. Nieoddziałujący gaz Bosego i kondensacja. Metoda transformacji kanonicznej dla gazu Bosego. Podejście funkcji Greena dla gazu Bosego. Techniki tworzenia diagramów dla gazu Bosego. Ekranowanie i odpowiedź liniowa. Oddziaływanie elektron-fonon w metalach normalnych. Nadprzewodnictwo silnego sprzężenia (teoria Eliashberga).	
14.	Zakładane efekty uczenia się – student:	Symbole odpowiednich

	• Ma pogłębioną wiedzę i rozumie złożone procesy fizyczne występujące w zjawiskach astrofizycznych, gdzie aspekt fizyki fazy skondensowanej jest ważny, jak w przypadku białych karłów i gwiazd neutronowych. • Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie kwantowych metod opisujących stan nadprzewodzący układów skondensowanych, kondensacji Bosego-Einsteina w układach bozonów oraz ich zastosowań do opisu stanów materii w astrofizyce, takich jak białe karły, materia gwiazd neutronowych i planet pozasłonecznych. • Ma pogłębioną wiedzę w dziedzinie fizyki związanej z fizyką materii skondensowanej; zna i rozumie specjalistyczne pojęcia, zaawansowane koncepcje i złożone teorie fizyczne właściwe dla materii skondensowanej, niezbędne do zrozumienia złożonych zagadnień i realizacji prostych projektów badawczych. • Zna zaawansowane metody matematyczne i technologie informatyczne w stopniu i zakresie umożliwiającym modelowanie zjawisk fizycznych w ramach fizyki materii skondensowanej; rozumie różnice między zjawiskami fizycznymi a opisującymi je modelami matematycznymi. • Integruje wiedzę z zakresu nauk ścisłych w celu wyjaśniania i modelowania zjawisk fizycznych oraz rozwiązywania problemów specyficznych dla materii skondensowanej; potrafi uzasadnić założenia i uproszczenia, a także zakres stosowalności przyjętych modeli; potrafi wykorzystać zaawansowane metody matematyczne i numeryczne do ich analizy.	kierunkowych efektów uczenia się: F2_W01, F2_W02, F2_W05, F2_U01, F2_U05, F2_U08, F2_U10, F2_U11, F2_K01, F2_K02, F2_K03
15.	Literatura obowiązkowa: A. L. Fetter and J. D. Walecka, "Kwantowa teoria układów wielu cząstek", PWN, 1988 Literatura zalecana: A. A. Abrikosov, "Fundamentals of the Theory of Metals", North Holland, 1988 G. D. Mahan, "Many-Particle Physics" (Physics of Solids and Liquids), Kluwer Academic, 3rd edition 2000 E. M. Lifshitz, L. P. Pitaevskii Kurs fizyki teoretycznej "Fizyka statystyczna t. 2: teoria materii skondensowanej" PWN 2011	
16.	Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: - egzamin ustny lub pisemny - regularne rozwiązywanie cotygodniowych zadań	
17.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu (pozostawić właściwe): - ciągła kontrola obecności i postępów w zakresie tematyki zajęć - egzamin (pisemny lub ustny)	
	Nakład pracy studenta	

18.	Forma realizacji zajęć przez studenta	Liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć
	zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:	
	- wykład:	30
	- konwersatoria:	30
	praca własna studenta (w tym udział w pracach grupowych):	
	- przygotowanie do zajęć:	60
	- czytanie wskazanej literatury:	30
	- przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu:	30
	Łączna liczba godzin	180
	Liczba punktów ECTS	6

COURSE SYLLABUS

1.	Course: Contemporary Problems in Condensed Matter Physics	
2.	Scientific discipline: physical sciences	
3.	Teaching language: English	
4.	University department: Faculty of Physics and Astronomy	
5.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional): optional for specialties: experimental physics, theoretical physics, computer physics; optional – to choose one from the two: " Contemporary Problems in Condensed Matter Physics" or "Quantum Field Theory" – for specialty Master's Study in Theoretical Physics	
6.	University subject (programme/major) physics	
7.	Study level (I or II): II	
8.	Year: 1 (specialty: theoretical physics); 2 (specialties: experimental physics, computer physics, Master's Study in Theoretical Physics)	
9.	Semester (autumn/spring) spring	
10.	Form of tuition and number of hours: lectures – 30 h, classes – 30 h	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module: none	
12.	Learning objectives for the subject: Good understanding of physics of condensed matter systems, such as metals, superconductors, and ultra-cold atomic gases. Ability to understand and apply modern methods of quantum-many-body physics, including the method of second-quantized formalism, Green's functions, and response functions.	
13.	Course content: Normal metals, Fermi surface, conductivity. Basic facts about superconductivity. Green's function at zero temperature. Representations. S matrix. Green's functions at finite temperature. Free Green function of the fermion. Feynman's rules. Imaginary time Green functions at finite temperature. Loop computation in the imaginary time formalism. Calculation of self-energies for various normal systems. The Fock self-energy of an electron. The self-energy of the phonon. BCS microscopic theory of superconductivity. Dyson equations and gap equation. Josephson current in microscopic theory. Non-interacting Bose gas and condensation. Canonical transformation method for Bose gas. Green's function approach for the Bose gas. Diagramming techniques for Bose gas. Screening and linear response. Electron-phonon interaction in normal metals. Strong coupling superconductivity.	
14.	Learning outcomes: Has an in-depth knowledge and understanding of complex physical processes necessary to understand	Learning outcomes for the course:

	astrophysical phenomena where condensed matter aspects are important such as in white dwarfs and neutron stars. • Has extended knowledge of quantum methods describing superconducting state of condensed systems, Bose-Einstein condensation in boson system, and their applications to states of matter in astrophysics, such as white-dwarfs, neutron star matter and exo-planets. • Has in-depth knowledge in the area of physics related to the condensed matter physics; knows and understands specialized concepts, advanced concepts and complex physical theories appropriate to the condensed matter, necessary to understand complex issues and implement simple research projects. • Knows advanced mathematical methods and information technologies to the extent and scope enabling modeling of physical phenomena within the condensed matter physics; understands the differences between physical phenomena and the mathematical models that describe them. • Integrates knowledge from sciences to explain and model physical phenomena and solve problems specific to the condensed matter; can justify assumptions and simplifications as well as the scope of applicability of the adopted models; can use advanced mathematical and numerical methods to analyze them.	F2_W01, F2_W02, F2_W05, F2_U01, F2_U05, F2_U08, F2_U10, F2_U11, F2_K01, F2_K02, F2_K03
15.	Obligatory literature: A. L. Fetter and J. D. Walecka, "Quantum Theory of Many-Particle Systems", McGraw-Hill, 1971 Recommended literature: A. A. Abrikosov, "Fundamentals of the Theory of Metals", North Holland, 1988 G. D. Mahan, "Many-Particle Physics" (Physics of Solids and Liquids), Kluwer Academic, 3rd edition 2000 L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Course in Theoretical Physics. "Statistical Physics: Theory of the Condensed State (Pt. 2)" by E. M. Lifshitz and L. P. Pitaevskii, Pergamon press, 1980.	
16.	Methods for verifying the assumed learning: - oral or written exam - solving regularly the weekly exercises	
17.	Conditions and form of passing individual components of the subject: - constant monitoring of attendance and progress in the scope of classes - exam (written or oral)	
	Student's workload	

18.	The form of carrying out classes by the student	Number of hours allocated to carry out a given type of classes
	classes (according to the study plan) with the instructor:	
	- lecture:	30
	- conversation classes:	30
	student's own work (including participation in group work):	
	- preparation for classes:	60
	- reading the indicated literature:	30
	- preparation for tests and exams:	30
	Total number of hours	180
	Number of ECTS	6