



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Właściwości transportowe materiałów i nadprzewodnictwo, PG_00038597						
Kierunek studiów	Nanotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2020 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	4	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	7	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej -> Zakład Elektrochemii i Fizykochemii Powierzchni						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Od odpowiedzialny za przedmiot	dr hab. inż. Natalia Wójcik					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr hab. inż. Natalia Wójcik dr inż. Michał Winiarski					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30
W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0							
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30	0.0		0.0		30
Cel przedmiotu	Poznanie mechanizmów transportu ładunku, ciepła i mieszanego w materiałach. Zdobycie wiedzy o nadprzewodnictwie i opisie stanu nadprzewodzącego oraz o pokrewnych rodzajach uporządkowania.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu		Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K6_W07] Ma systematyczną wiedzę w zakresie fizycznych i chemicznych podstaw nanotechnologii (metody otrzymywania nanostruktur, rodzaje nanostruktur, ich właściwości, podstawowe metody badawcze.		Student potrafi opisać i wytłumaczyć zjawiska związane ze zjawiskami transportu i nadprzewodnictwem		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		
[K6_U06] Potrafi w prosty i trafny sposób przedstawić problemy technologiczne i naukowe związane z wytwarzaniem i zastosowaniami nanostruktur specjalistom z nauk pokrewnych oraz inicjować i koordynować współpracę interdyscyplinarną		Student posiada wiedzę o własnościach transportowych w układach niskowymiarowych i potrafi korzystać z niej do opisu w/w zjawisk.		[SU1] Ocena realizacji zadania			

Treści przedmiotu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie do przedmiotu - (1h) 2. Przypomnienie podstawowych pojęć związanych z transportem: transport ładunku i ciepła, nośniki, poziom Fermiego, powierzchnia Fermiego, gęstość stanów, metale, półprzewodniki, półprzewodniki skompensowane, masa efektywna, jej zależność od dyspersji pasma, ruchliwość, rozpraszanie, czas relaksacji, reguła Matthiessena - (2h) 3. Równanie kinetyczne Boltzmanna, przewodność jako tensor, przewodność i opór elektryczny w metalu i półprzewodniku, przewodnictwo aktywacyjne, wykresy Arrheniusa, metody pomiaru oporu - (3h) 4. Transport jonowy, dyfuzja, prawa Ficka, Równania Nernsta-Einsteina, powiązanie dyfuzji i ruchliwości - (3h) 5. Magnetoopór, klasyczne podejście do magnetooporu, orbita elektronu w polu magnetycznym, reguła Onsagera, reguła Kohlera, gigantyczny magnetoopór, pomiar magnetooporu - (3h) 6. Oscylacje kwantowe Shubnikova de Haasa i de Haasa van Alpena, efekt Halla, anomalny (spinowy) efekt Halla, kwantowy efekt Halla, pomiar i zastosowanie efektu Halla - (3h) 7. Przewodność cieplna, efekty termoelektryczne: Seebecka, Peltiera, Thomsona oraz efekty termomagnetyczne: Righi-Leduc, Nernsta-Ettigshausena, Maggie-Righi-Leduc - (2h) 8. Oddziaływanie elektron-elektron oraz elektron-fonon (polaron), model Hubbarda, izolator Motta, efekt Kondo, izolator topologiczny - (2h) 9. Nadprzewodnictwo (9 h) 10. Wprowadzenie historia odkrycia, kamienie milowe; 11. Właściwości stanu nadprzewodzącego, podstawowe założenia teorii BCS, nadprzewodnictwo jako stan kolektywny elektronów; 12. Pomiar własności nadprzewodników: oporność elektryczna, podatność magnetyczna, ciepło właściwe; 13. Podstawowe grupy nadprzewodników. Zastosowania nadprzewodników 14. Zaliczenie pisemne (2h) 											
Wymagania wstępne i dodatkowe	Ukończony przedmiot: krystalografia											
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Sposób oceniania (składowe)</th> <th style="width: 33%;">Próg zaliczeniowy</th> <th style="width: 33%;">Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>zaliczenie końcowe (pisemne), 1h</td> <td>50.0%</td> <td>100.0%</td> </tr> </tbody> </table>			Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	zaliczenie końcowe (pisemne), 1h	50.0%	100.0%			
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej										
zaliczenie końcowe (pisemne), 1h	50.0%	100.0%										
Zalecana lista lektur	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 33%;">Podstawowa lista lektur</td> <td colspan="2" data-bbox="799 815 1487 1010"> <ol style="list-style-type: none"> 1. M. Cyrot and D. Pavuna, <i>Wstęp do nadprzewodnictwa i nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe</i>, PWN, 2003; (<i>Introduction to Superconductivity</i>, World Scientific, 1995). 2. A.C. Rose-Inner, E.H. Rhoderick <i>Wstęp do nadprzewodnictwa</i> 3. Wybrane rozdziały książek nt. fizyki ciała stałego, np. Charles Kittel, <i>Wstęp do fizyki ciała stałego</i>, PWN 2012, . A. Sukiennicki, A. Zagórski, <i>Fizyka Ciała Stałego</i>, WNT, Warszawa 1984 4. M. Tinkham, <i>Introduction to Superconductivity</i>, Dover, 1996. </td> </tr> <tr> <td>Uzupełniająca lista lektur</td> <td colspan="2" data-bbox="799 1016 1487 1115"> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Oleś, <i>Metody Doświadczalne Fizyki Ciała Stałego</i>, WNT, Warszawa 1998 2. A. B. Pippard, <i>Magnetoresistance in Metals</i>, Cambridge University Press, 1989 </td> </tr> <tr> <td>Adresy eZasobów</td> <td colspan="2" data-bbox="799 1122 1487 1234"> Adresy na platformie eNauczanie: Właściwości transportowe materiałów i nadprzewodnictwo - Moodle ID: 33933 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33933 </td> </tr> </tbody> </table>			Podstawowa lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Cyrot and D. Pavuna, <i>Wstęp do nadprzewodnictwa i nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe</i>, PWN, 2003; (<i>Introduction to Superconductivity</i>, World Scientific, 1995). 2. A.C. Rose-Inner, E.H. Rhoderick <i>Wstęp do nadprzewodnictwa</i> 3. Wybrane rozdziały książek nt. fizyki ciała stałego, np. Charles Kittel, <i>Wstęp do fizyki ciała stałego</i>, PWN 2012, . A. Sukiennicki, A. Zagórski, <i>Fizyka Ciała Stałego</i>, WNT, Warszawa 1984 4. M. Tinkham, <i>Introduction to Superconductivity</i>, Dover, 1996. 		Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> 1. A. Oleś, <i>Metody Doświadczalne Fizyki Ciała Stałego</i>, WNT, Warszawa 1998 2. A. B. Pippard, <i>Magnetoresistance in Metals</i>, Cambridge University Press, 1989 		Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Właściwości transportowe materiałów i nadprzewodnictwo - Moodle ID: 33933 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33933	
Podstawowa lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Cyrot and D. Pavuna, <i>Wstęp do nadprzewodnictwa i nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe</i>, PWN, 2003; (<i>Introduction to Superconductivity</i>, World Scientific, 1995). 2. A.C. Rose-Inner, E.H. Rhoderick <i>Wstęp do nadprzewodnictwa</i> 3. Wybrane rozdziały książek nt. fizyki ciała stałego, np. Charles Kittel, <i>Wstęp do fizyki ciała stałego</i>, PWN 2012, . A. Sukiennicki, A. Zagórski, <i>Fizyka Ciała Stałego</i>, WNT, Warszawa 1984 4. M. Tinkham, <i>Introduction to Superconductivity</i>, Dover, 1996. 											
Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> 1. A. Oleś, <i>Metody Doświadczalne Fizyki Ciała Stałego</i>, WNT, Warszawa 1998 2. A. B. Pippard, <i>Magnetoresistance in Metals</i>, Cambridge University Press, 1989 											
Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Właściwości transportowe materiałów i nadprzewodnictwo - Moodle ID: 33933 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33933											
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1) Wyjaśnij zjawisko gigantycznego magnetooporu i napisz w jakich materiałach może ono występować. 2) Na czym polega pomiar oporu metodą czteropunktową? 											
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy											