

**SYLABUS PRZEDMIOTU – SZKOŁA DOKTORSKA**  
**CYKL KSZTAŁCENIA OD 2019 DO 2023**  
**CYKL KSZTAŁCENIA OD 2020 DO 2024**

<b>OGÓLNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE</b>	
Tytuł przedmiotu	<b>Magnetyzm fazy skondensowanej - wybrane zagadnienia</b>
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	<b>Szkoła Doktorska w Uniwersytecie Rzeszowskim</b>
Typ przedmiotu ( <i>obowiązkowy, fakultatywny</i> )	Przedmiot obowiązkowy fakultatywny (specjalistyczny) do wyboru
Rok/semestr	Rok – II i III; sem. zimowy
Dyscyplina	Nauki fizyczne
Język wykładowy	j. polski
Imię i nazwisko koordynatora przedmiotu	Dr hab. Andrzej Wal, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej/osób prowadzących przedmiot	Dr hab. Andrzej Wal, prof. UR
Wymagania wstępne	Znajomość kursu fizyki ogólnej i kwantowej oraz analizy matematycznej.

**STRESZCZENIE PRZEDMIOTU**  
**(syntetyczny opis treści oraz celów przedmiotu; 100-200 słów)**

Na zajęciach przedstawione zostaną teorie opisujące magnetyzm fazy skondensowanej, zarówno klasyczne jak i kwantowe. Dotyczyć one będą magnetyzmu związanego ze zlokalizowanymi momentami magnetycznymi. Omówione zostaną wszystkie typy oddziaływań prowadzących do różnych własności magnetycznych substancji: paramagnetyzmu, diamagnetyzmu, ferromagnetyzmu i antyferromagnetyzmu. Przedstawione zostaną także złożone układy magnetyczne: superparamagnetyki i szkła spinowe. Wiedza teoretyczna zostanie zweryfikowana i utrwalona poprzez odpowiednio dobrane zdania rachunkowe. Przy ich rozwiązywaniu zostaną wykorzystane różne hamiltoniany opisujące energię oddziaływań magnetycznych, a także programy obliczeniowe i algorytmy numeryczne. Poruszony zostanie także problem używania różnych jednostek przy opisie magnetyzmu oraz relacji pomiędzy nimi, ze szczególnym uwzględnieniem układu SI.

**EFEKTY UCZENIA SIĘ DLA PRZEDMIOTU I METODY WERYFIKACJI**

Symbol efektu uczenia się	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 8 PRK (symbol)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., itp.)	Metody weryfikacji (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt itp.)
<b>Wiedza</b> <b>Lp.</b>				
1.	Znajomość podstaw teoretycznych zjawisk magnetycznych w fazie skondensowanej.	P85-WG/1	w., ćw.	kolokwium
2.	Wiedza o głównych kierunkach rozwoju współczesnych badań nad magnetyzmem fazy skondensowanej.	P85-WG/2	w., ćw.	Aktywność na wykładzie i ćwiczeniach
3	Znajomość metodologii badań naukowych w zakresie zjawisk magnetycznych	P8S-WG/3	w., ćw.	Aktywność na wykładzie i ćwiczeniach
<b>Umiejętności</b> <b>Lp.</b>				
1	Rozwiązywanie problemów związanych z oddziaływaniami magnetycznymi.	P85-UW/1	ćw.	aktywność na ćwiczeniach, kolokwium
2	Umiejętność krytycznej oceny	P8S-UW/2	ćw.	aktywność na

	dorobku naukowego w zakresie oddziaływań magnetycznych				ćwiczeniach, kolokwium	
3	Dyskutowanie na temat zastosowań własności magnetycznych fazy skondensowanej.	P8S-UK/1 P85-UK/3 P8S-UK/4 P8S_UK/5	ćw., w.		aktywność na ćwiczeniach i wykładzie	
4	Umiejętność upowszechniania wyników badań, także w formach popularnych	P8S-UK/2	ćw., w.		aktywność na ćwiczeniach i wykładzie	
5	Analizowanie danych doświadczalnych w świetle teorii magnetyzmu.	P85-UK/4	ćw.		aktywność na ćwiczeniach, kolokwium	
<b>Kompetencje społeczne</b>						
<b>Lp.</b>						
1	Przekonanie o znaczeniu wiedzy dla wzrostu innowacyjności w przemyśle wykorzystującym zjawiska magnetyczne	P85-KK/3	w., ćw.		aktywność na wykładzie i ćwiczeniach	
2	Krytyczna ocena dorobku naukowego w odniesieniu do klasycznej teorii magnetyzmu	P8S-KK/1	w., ćw.		aktywność na wykładzie i ćwiczeniach	
3	Działania na rzecz interesu publicznego	P8S-KO/2	w., ćw.		aktywność na wykładzie i ćwiczeniach	
<b>FORMY ZAJĘĆ DYDAKTYCZNYCH, WYMIAR GODZIN I PUNKTÓW</b>						
Semestr (nr)	Wykł.	Ćw./Konw.	Lab.	Prakt.	Inne	Liczba pkt. ECTS
III i V	5	10	-	-	-	-
<b>METODY DYDAKTYCZNE</b>						
- wykład z prezentacją multimedialną, - ćwiczenia rachunkowe z wykorzystaniem programów komputerowych						
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>						
<p><b>1. Wykład / Konwersatorium:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Atomowe momenty magnetyczne, pierwiastki magnetyczne.</li> <li>Układy zlokalizowanych momentów magnetycznych: <ol style="list-style-type: none"> <li>diamagnetyzm, paramagnetyzm,</li> <li>oddziaływania pomiędzy momentami magnetycznymi, układy uporządkowane magnetycznie</li> </ol> </li> <li>Przykłady złożonych układów magnetycznych.</li> <li>Wykorzystanie spinu w elektronice – magnetoelektronika.</li> </ol> <p><b>2. Ćwiczenia / laboratoria / inne:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Własności paramagnetyczne substancji.</li> <li>Hamiltoniany oddziaływań magnetycznych.</li> <li>Magnetyczne oddziaływanie dipolowe.</li> <li>Układy jednostek stosowane w magnetyzmie.</li> <li>Wzbudzenia magnetyczne – fale spinowe w ferromagnetyku i antyferromagnetyku.</li> </ol>						
<b>WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU (KRYTERIA OCENIANIA)</b>						
wykład: aktywność na wykładzie ćwiczenia: zaliczenie na podstawie ocen cząstkowych z zadań oraz z kolokwium końcowego; o ocenie decyduje liczba uzyskanych punktów (>50% maksymalnej liczby punktów): dst 51-59%, dst plus 60-						

69%, db 70-79%, db plus 80-89%, bdb 90-100%.

**CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY DOKTORANTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS**

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny realizowane w kontakcie bezpośrednim wynikające planu z studiów	15
Inne z udziałem nauczyciela (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny realizowane samodzielnie przez doktoranta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	30
<b>SUMA GODZIN</b>	<b>47</b>
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>-</b>

**LITERATURA**

Literatura podstawowa:	1) A. Szewczyk, A. Wiśniewski, R. Puźniak, H. Szymczak, Magnetyzm i nadprzewodnictwo, PWN, Warszawa 2012. 2) N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Fizyka Ciała stałego, PWN, Warszawa 1986. 3) D. D. Stancil, A. Prabhakar, Spin Waves, Theory and Application, Springer 2009.
Literatura uzupełniająca:	1) S. V. Kusminsky, Quantum Magnetism, Spin Waves, and Optical Cavities, Springer, Cham 2019 2) K. Yosida, Theory of magnetism, Springer, Berlin 1998. 3) R. M. White, Quantum theory of magnetism: magnetic properties of materials, Springer, Berlin 2007 4) P. Mohn, Magnetism in the solid state: an introduction, Springer, Berlin 2003