



UNIWERSYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU

Magnetyzm i nadprzewodnictwo

Sylabus zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Fizyka Specjalność INFORMACJA KWANTOWA I SPINTRONIKA Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki i Astronomii Poziom studiów studia drugiego stopnia Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2024/25 Kod zajęć 04FIZIKSS.22KU.04360.24 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Fakultatywny Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe uzupełniające
Koordynator zajęć	Piotr Trocha	
Prowadzący zajęcia	Piotr Trocha	
Okres Semestr 2	Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia • Wykład: 30, Egzamin • Seminarium: 15, Zaliczenie z oceną	Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Wprowadzenie do fizyki magnetyzmu, nadprzewodnictwa i nadprzewodników topologicznych wraz z przeglądem aktualnej tematyki badawczej.

Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
Wiedzy - Student/ka:			
W1	posiada wiedzę z zakresu podstawowych zjawisk i teorii magnetyzmu, nadprzewodnictwa i nadprzewodników topologicznych.	FIZ_K2_W01	Egzamin z "otwartą książką"
W2	zna zasady eksperymentalnych metod badawczych w dziedzinie magnetyzmu i nadprzewodnictwa oraz potrafi wskazać ich ograniczenia.	FIZ_K2_W02	Egzamin z "otwartą książką"
W3	zna metody budowy modeli matematycznych właściwych dla magnetyzmu i nadprzewodnictwa.	FIZ_K2_W01, FIZ_K2_W03	Egzamin z "otwartą książką"
W4	ma ogólną wiedzę na temat aktualnych trendów rozwojowych oraz najnowszych odkryć w dziedzinie magnetyzmu i nadprzewodnictwa.	FIZ_K2_W04	Egzamin z "otwartą książką"
Umiejętności - Student/ka:			
U1	potrafi rozwiązywać metodami obliczeniowymi problemy i zagadnienia związane z magnetyzmem i nadprzewodnictwem przy użyciu standardowych metod matematycznych stosowanych w tych dziedzinach.	FIZ_K2_U01	Projekt, Prezentacja multimedialna
U2	potrafi znaleźć potrzebne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach.	FIZ_K2_U02	Projekt, Prezentacja multimedialna
U3	potrafi samodzielnie opracować i przedstawić zagadnienia z zakresu magnetyzmu i nadprzewodnictwa w oparciu o literaturę naukową.	FIZ_K2_U02, FIZ_K2_U04	Projekt, Prezentacja multimedialna

Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Wprowadzenie do magnetyzmu. Podstawowe pojęcia magnetyzmu, moment magnetyczny, anizotropia magnetyczna, pole roz magnesowania, rodzaje materiałów magnetycznych i uporządkowania magnetycznego.	W1	Wykład
2.	Magnetyzm elektronów. Spin elektronu, doświadczenie Sterna-Gerlacha. Izolowane momenty magnetyczne, diamagnetyzm, paramagnetyzm, reguły Hunda, spin jądrowy i struktura nadsubtelna.	W1, W2, W3	Wykład
3.	Pole krystaliczne, efekt Jahna-Tellera. Techniki rezonansu magnetycznego.	W1, W2, W3, U2, U3	Wykład, Seminarium
4.	Oddziaływania: magnetyczne oddziaływanie dipolowe, oddziaływania wymienne - pochodzenie i różne rodzaje.	W1, W3	Wykład
5.	Magnetyzm w ciałach stałych. Rodzaje porządku magnetycznego; podstawowe modele magnetyzmu pasmowego i magnetyzmu momentów zlokalizowanych. Przegląd struktur magnetycznych.	W1, W3, U3	Wykład, Seminarium

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
6.	Porządek i złamanie symetrii. Teoria ferromagnetyzmu Landaua. Konsekwencje złamanej symetrii; sztywność, przemiany fazowe, wzbudzenia.	W1, W3	Wykład
7.	Fale spinowe w ferromagnesach: podejście półklasyczne i teoria kwantowa, magnony. Kondensacja magnonów Bosego-Einsteina. Wstęp do spintroniki magnonowej.	W1, W3, W4, U1, U2, U3	Wykład, Seminarium
8.	Anizotropia magnetyczna. Zjawiska ferromagnetyczne.	W1, W3	Wykład
9.	Domeny, ścianki domenowe: rodzaje i formacja. Proces namagnesowania.	W1, W3	Wykład
10.	Magnetyzm w metalach. Oddziaływanie RKKY, wzbudzenia w gazie elektronowym, fale gęstości spinowej, efekt Kondo, gwiazdy neutronowe. Wprowadzenie do modelu Hubbarda.	W1, W3, W4, U2, U3	Wykład, Seminarium
11.	Magnetyzm w nanoskali. Małe cząstki magnetyczne, frustracja, topologia. Cienkie warstwy i wielowarstwy.	W1, W3, U2, U3	Wykład, Seminarium
12.	Podstawowe zjawiska nadprzewodnictwa. Przegląd historyczny. Nadprzewodniki typu I i II, nadprzewodniki wysokotemperaturowe.	W1	Wykład
13.	Elektromagnetyzm nadprzewodników. Równania Londonów. Teoria nadprzewodnictwa Ginzburga-Landaua; długość koherencji; kwantyzacja strumienia i eksperymenty Little-Park.	W1, W2, W3	Wykład
14.	Teoria BCS; pochodzenie przyciągającego oddziaływania; stan podstawowy BCS; efekt izotopowy; wzbudzenia i przerwa energetyczna; temperatury skończone i temperatura krytyczna T_c , gęstość stanów BCS. Głębokość penetracji.	W1, W3	Wykład
15.	Model półprzewodnikowy nadprzewodnika, tunelowanie w układach z nadprzewodnikami. Efekt bliskości i odbicie Andriejewa. Stany Yu-Shiba-Rusinov.	W1, W2, W3	Wykład
16.	Efekt Josephsona: podstawowe zjawiska i zastosowania.	W1, W2, W3	Wykład, Seminarium
17.	Nadprzewodniki niekonwencjonalne. Równanie przerwy dla niekonwencjonalnego parowania. Miedziany, pniktydy. Nadprzewodniki trypletowe.	W1, W3, U2, U3	Wykład, Seminarium
18.	Nadprzewodniki topologiczne w jednym i dwóch wymiarach; Fermiony Majorany. Nadprzewodnictwo i magnetyzm w pobliżu izolatora topologicznego.	W1, W4, U2, U3	Wykład, Seminarium
19.	Spintronika nadprzewodnikowa - koncepcja.	W4, U2, U3	Wykład, Seminarium

Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień, Wykład konwersatoryjny
Seminarium	Metoda projektu

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	Egzamin z otwartą książką (100%). Student/ka wylosuje 3 pytania otwarte (zagadnienia). Każde z pytań oceniane jest oddzielnie. Ocena z egzaminu jest średnią ocen za odpowiedzi na poszczególne pytania. Kryteria oceny: bardzo dobry (bdb; 5,0): [90% – 100%] dobry plus (+db; 4,5): [80% – 90%] dobry (db; 4,0): [70% – 80%] dostateczny plus (+dst; 3,5): [60% – 70%] dostateczny (dst; 3,0): [50% – 60%] niedostateczny (ndst; 2,0): < 50%
Seminarium	Ocena końcowa z seminarium opiera się na wynikach prezentacji. Ocena będzie uwzględniała jakość prezentacji i jej styl, logikę, przejrzystość opisu problemu i spójność. Kryteria oceny: bardzo dobry (bdb; 5,0): [90% – 100%] dobry plus (+db; 4,5): [80% – 90%] dobry (db; 4,0): [70% – 80%] dostateczny plus (+dst; 3,5): [60% – 70%] dostateczny (dst; 3,0): [50% – 60%] niedostateczny (ndst; 2,0): < 50%

Literatura

Obowiązkowa

1. J. M. D. Coey, "Magnetism and magnetic materials", (Cambridge University Press, 2009)
2. M. Tinkham, "Introduction to superconductivity", (McGraw-Hill, Inc., 1996) (rozdziały odpowiadające treści programowej odnoszącej się do nadprzewodnictwa)
3. A. Szewczyk, A. Wiśniewski, R. Puźniak, H. Szymczak, Magnetyzm i nadprzewodnictwo, PWN 2012.

Dodatkowa

1. S. O. Demokritov, A. N. Slavin, "Magnonics: From Fundamentals to Applications", (Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013)
2. S. Blundell, "Magnetism in condensed matter", (Oxford University Press, 2001)

Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	30
Seminarium	15
Przygotowanie do egzaminu	25
Przygotowanie projektu	25
Przygotowanie do zajęć	10
Czytanie wskazanej literatury	15
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120

Liczba punktów ECTS	ECTS 4
---------------------	-----------

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
FIZ_K2_U01	Absolwent/ka potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów z zakresu nauk fizycznych; dobrać i zastosować odpowiednie metody i narzędzia niezbędne do rozwiązania danego problemu (w tym zaawansowane techniki informatyczne), jak również odpowiednio przystosować metody i narzędzia już istniejące lub opracować zupełnie nowe
FIZ_K2_U02	Absolwent/ka potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach, w szczególności w czasopismach naukowych podstawowych dla fizyki, oraz dokonać krytycznej analizy, syntezy i twórczej interpretacji zebranych informacji
FIZ_K2_U04	Absolwent/ka potrafi przygotować dla różnych kręgów odbiorców wystąpienia ustne oraz opracowania pisemne przedstawiające w sposób komunikatywny tematy specjalistyczne z obszaru nauk fizycznych, jak również prowadzić debatę na takie tematy
FIZ_K2_W01	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane fakty, zjawiska, koncepcje i teorie właściwe dla fizyki oraz złożone zależności między nimi (stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu nauk fizycznych oraz reprezentujące zarówno kluczowe jak i inne wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej w tej dyscyplinie)
FIZ_K2_W02	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane metody i narzędzia badawcze oraz modele matematyczne stosowane w fizyce
FIZ_K2_W03	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane metody obliczeniowe oraz techniki informatyczne stosowane do rozwiązywania złożonych problemów z zakresu fizyki
FIZ_K2_W04	Absolwent/ka zna i rozumie główne tendencje rozwojowe w dyscyplinie nauk fizycznych