

## KARTA KURSU (realizowanego w specjalności)

### Fizyka materii

Studia II stopnia  
2020/2021

Nazwa	Pracownia ferroików
Nazwa w j. ang.	<i>Laboratory of Ferroics</i>

Koordynator	Dr hab. Irena Jankowska-Sumara	Zespół dydaktyczny
		Dr hab. Dorota Sitko
Punktacja ECTS*	2	

#### Opis kursu (cele kształcenia)

Po zakończeniu kursu w ramach tego przedmiotu student będzie rozumiał pojęcia opisujące symetrię monokryształów oraz symetrię własności fizycznych i potrafił stosować tensorowy opis własności ośrodków anizotropowych. Zdobędzie wiedzę o dielektrykach liniowych (pole lokalne, zespolona przenikalność dielektryczna), pozna podstawowy opis materiałów ferroicznych (na przykładzie ferroelektryków i ferroelastyków). Zaznajomi się z podstawowym opisem przemian fazowych w ciele stałym (pojęcie parametru uporządkowania, fluktuacje parametru uporządkowania, wykładniki krytyczne) oraz metodami pomiarowymi własności dielektryków.

## Efekty uczenia się

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
Wiedza	<p>W01 Zna elementy symetrii, relacje pomiędzy nimi i odpowiadające im macierze transformacji,</p> <p>W02 identyfikuje grupy punktowe na podstawie ich oznaczeń, potrafi rozrysować rzut stereograficzny elementów symetrii i punktów równoważnych – określić rząd grupy</p> <p>W03 rozumie relacje między symetrią kryształu i jego własnościami fizycznymi, formułuje zasadę Neumanna i prawo symetrii Curie,</p> <p>W04 potrafi wykazać związek postaci wielkości tensorowej drugiego rzędu i symetrią kryształu, wie czym są kryształy ferroiczne pierwszego rzędu, w szczególności ferroelektryki i ferroelastyki – zna ich podstawowe cechy,</p> <p>W05 zna zasady tworzenia się struktur domenowych i potrafi objaśnić je na przykładach,</p> <p>W06 zna podstawy termodynamicznego opisu przemian ferroelektrycznych w oparciu o teorię Landaua, rozumie ograniczenia tej teorii,</p> <p>W07 zna podstawowe metody eksperymentalne stosowane w badaniach ferroelektryków, w szczególności metody pomiaru przenikalności elektrycznej, polaryzacji spontanicznej i metody obserwacji struktur domenowych,</p> <p>W08 potrafi omówić istotę piezoeffectu i piroeffectu,</p> <p>W09 zna podstawowe zastosowania materiałów ferroicznych.</p>	W03, W04, W06, W07, W08

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalność)
Umiejętności	<p>U01 Student umie opisać zjawiska oraz ich fizyczne podstawy.</p> <p>U02 Student potrafi omówić zasadę działania wybranych technik badawczy.</p> <p>U03 Student potrafi przeprowadzić samodzielnie analizę otrzymanych wyników.</p>	<p>U01, U02</p> <p>U04, U05</p> <p>U05, U06</p>

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalność)
Kompetencje społeczne	<p>K01 Student potrafi dotrzeć do źródeł informacji na temat badanych zjawisk oraz ich fizycznych podstaw</p> <p>K02 Student potrafi w grupie omówić zasady działania aparatury pomiarowa.</p> <p>K03 Student posiada umiejętność prezentowania oraz uzasadniania i obrony swoich poglądów naukowych.</p>	<p>K01, K03, K05</p> <p>K04, K05</p> <p>K04, K05</p>

Organizacja										
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach								
		A		K		L		S		P
Liczba godzin						15				

### Opis metod prowadzenia zajęć

1. Praca w laboratorium - przygotowanie i wykonanie eksperymentu.
3. Praca własna – opracowanie wyników pomiarowych.
4. Praca własna – samodzielne studia dotyczące materiału przedstawionego na wykładzie.
5. Praca własna - opisanie eksperymentu i otrzymanych wyników w postaci raportu
6. Konsultacje

### Formy sprawdzania efektów kształcenia

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W01					x	x	x						
W02					x	x	x						
W03					x	x	x						
W04					x	x	x						
W05					x	x	x						
W06					x	x	x						
W07					x	x	x						
W08					x	x	x						
W09					x	x	x						
U01					x	x	x						
U02					x	x	x						
U03					x	x	x						
K01					x	x	x						
K02					x	x	x						
K03					x	x	x						

Kryteria oceny	<p>Na zaliczenie z przedmiotu składają się:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obecność na zajęciach,</li> <li>• udział w zadaniach zespołowych,</li> <li>• punktowane przygotowanie indywidualnego zadania..</li> </ul>
----------------	--

Uwagi	
-------	--

### Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Elementy symetrii kryształów i ich związki, grupy punktowe symetrii, symetria własności fizycznej (graniczne grupy punktowe), wpływ symetrii kryształu na jego własności fizyczne (zasada Neumana),
2. Zmiana symetrii kryształu pod wpływem działania czynnika zewnętrznego (postulat superpozycji Curie).
3. Podstawowe pojęcia krystalografii (węzły, kierunki, płaszczyzny, wskaźniki Millera, komórka elementarna, sieć odwrotna, odległości między płaszczyznami). Układy krystalograficzne (sieci Bravais'go, rodzaje upakowania).
4. Tensory (tensor 0, 1, 2, 3, 4 rzędu, interpretacja geometryczna, osie główne elipsoidy).
5. Transformacje (osi, współrzędnych, wektorów, tensorów), własności fizyczne kryształów w zapisie tensorowym, „tensory pola”. (zjawiska: piroelektryczne, piezoelektryczne, elektrostrykcja, tensor naprężeń).
6. Wpływ symetrii kryształu na postać tensora opisującego jego własności). Macierz reprezentująca własności sprężyste, elektryczne i cieplne kryształu.
7. Polaryzacja elektryczna (podstawowe mechanizmy polaryzacji, podatność i przenikalność elektryczna). Dielektryk w polu stałym i zmiennym (podstawowe układy pomiaru pojemności kondensatora z realnym dielektrykiem).
8. Ferromagnetyki, ferroelektryki, ferroelastyki. Struktura domenowa ferroików (przyczyny podziału na domeny, podstawowe cechy ścian domenowych, metody obserwacji struktur domenowych).
9. Teoria Landau'a przejść fazowych (na przykładzie ferroelektryków, parametr uporządkowania). Fluktuacje parametru porządku. Indeksy krytyczne, hipoteza uniwersalności.
10. Wizyta w pracowni pomiarowej.

### Wykaz literatury podstawowej

1. Krystalografia i chemia strukturalna - Marice Van Meersseche, Janine Feneau-Dupont; PWN 1984.
3. Własności fizyczne kryształów - J.F. Nye; PWN 1962.
4. Wstęp do fizyki przejść fazowych - J. Klamut, K. Durczewski, J. Szajd; Ossolineum 1997.

### Wykaz literatury uzupełniającej

1. C. Kittel. Wstęp do fizyki ciała stałego. (Wydawnictwo Naukowe PWN. 2012).
2. .Elektrety i piezo polimery -B. Hilczer, J. Małeck; PWN 1992.
3. A. K. Jonscher, Dielectric relaxation in solids, Chelsea Dielectric Press Ltd, 1983
3. Józef W. Rohleder – Fizyka chemiczna kryształów molekularnych.
4. C. Malgrange, C. Ricolleau, M. Schlenker – Symmetry and Physical Properties of Crystals.

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	15
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	5
liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	10
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	10
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	10
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	
Ogółem bilans czasu pracy		50
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika (1 ECTS = 25 h)		2