

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	Wstęp do fizyki dielektryków
Nazwa w języku angielskim	Introduction to the physics of dielectrics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria/Fotonika
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	FZP001208W i FZP001208L
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1,2		

\*niepotrzebne skreślić

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Fizyka ciała stałego – 1

### CEL PRZEDMIOTU

C1 Nabycie wiedzy w zakresie opisu podstawowych wielkości charakteryzujących dielektryki i zjawisk fizycznych zachodzących w dielektrykach.

C2. Nabycie umiejętności w zakresie metod pomiarów właściwości fizycznych charakteryzujących dielektryki.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Student

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 posiada wiedzę na temat zjawisk fizycznych zachodzących w dielektrykach

PEK\_W02 posiada wiedzę na temat opisu i metod pomiaru właściwości fizycznych w dielektrykach

PEK\_W03 ma podstawową wiedzę dotyczącą zasad bezpiecznego eksperymentowania i zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego

PEK\_U02 potrafi ocenić przydatność poznanych metod i technik pomiarowych do konkretnego zadania o charakterze praktycznym oraz wybrać odpowiednie narzędzie i metodę pomiarową

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 potrafi pracować samodzielnie i w grupie, umie przyjąć na siebie rolę kierowniczą

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Dielektryki, wstęp, podział materiałów ze względu na przewodnictwo elektryczne, mechanizmy przewodzenia prądu w różnych materiałach. Podstawowe pojęcia z elektrostatyki: pole i indukcja elektryczna, potencjał, zasada superpozycji pól, prawo Gaussa. Pojemność elektryczna, wyprowadzenia wzorów na pojemność elektryczną. Polaryzacja, przenikalność i podatność, wyprowadzenie elektryczna, przenikalność elektryczna w postaci zespolonej.	2
Wy2	Metody pomiaru pojemności elektrycznej. Termodynamika dielektryków, zależności liniowe, tożsamości Maxwella, zjawiska sprzężone. Tensorowy opis naprężeń i deformacji.	2
Wy3	Zjawisko piezoelektryczne, opis tensorowy, i macierzowy. Związek właściwości fizycznych z symetrią materiałów. Metody badania i przykłady zastosowań zjawiska piezoelektrycznego (nanopozycjonery, silniki piezoelektryczne, mikroskop sił atomowych, czujniki piezoelektryczne).	2
Wy4	Polaryzacja elektryczna, mechanizmy polaryzacji, polaryzacja spontaniczna. Klasyfikacja dielektryków, piezo, piro i ferroelektryki, ferroiki i multiferroiki. Zjawisko piroelektryczne: metody badania i przykłady zastosowań, piroelektryczne detektory promieniowania podczerwonego.	2
Wy5	Właściwości optyczne dielektryków: polaryzacja światła, prawo Malusa, spontaniczna i wymuszona dwójłomność, zjawisko Pockelsa i Kerna, zjawiska nieliniowe.	2
Wy6	Przemiany fazowe: klasyfikacje, anomalie właściwości fizycznych w otoczeniu przemian fazowych. Ferroelektryczne przemiany fazowe drugiego rodzaju – opis fenomenologiczny, podstawowe pojęcia	2

	dotyczące ferroelektryków.	
Wy7	Ferroelektryczne przejścia fazowe pierwszego rodzaju. Anomalie właściwości fizycznych ferroelektryków w otoczeniu przemian fazowych.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
L1	Pomiary przenikalności dielektrycznej, sprawdzanie prawa Curie-Weissa	4
L2	Pomiary polaryzacji spontanicznej ferroelektryków.	4
L3	Sprawdzanie prawa Malusa. Badanie dwójmności wymuszonej polem elektrycznym – efekt Pockelsa i Kerra.	4
L4	Pomiary dwójmności spontanicznej ferroelektryków.	4
L5	Badanie zjawiska piezoelektrycznego w ferroelektrykach.	4
L6	Badanie zjawiska piroelektrycznego w ferroelektrykach.	4
L7	Badanie zjawiska relaksacji w dielektrykach.	4
L8	Seminarium podsumowujące	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny N2. Zajęcia w laboratorium – dyskusja sposobów wykonania pomiarów, opracowania i interpretacji wyników pomiarów, ocena sprawozdań/raportów oraz wystąpienia na seminarium podsumowującym. N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu. N4. Konsultacje

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu kształcenia</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia</b>
F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe
<b>P = F1</b>		
F1 (laboratorium)	PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Ocena raportów oraz ocena prezentacji podczas seminarium podsumowującego zajęcia laboratoryjne
<b>P = F2</b>		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. A. Ciżman, R. Poprawski, A. Sieradzki, Dielectric Physics, Introduction to Selected Problems of Dielectric Physics, PrintPAP Łódź, 2011.
2. A. Chełkowski, Fizyka dielektryków, PWN (1972).
3. Zagadnienia fizyki dielektryków; praca zbiorowa pod red. T. Krajewskiego, W.K.Ł. (1972).
4. F. Kaczmarek, Wstęp do fizyki laserów, PWN (1978).
5. Przemiany fazowe, redakcja: A.Graja i A.R. Ferchmin, Małe monografie Instytutu Fizyki molekularnej Tom 2. Ośrodek Wydawnictw Naukowych Poznań 2003.
6. Y.Xu, Ferroelectric materials and their applications, North-Holland (1991).
7. M.E. Lines and A.M. Glass, Principles and application of ferroelectrics and related materials, Clarendon Press, Oxford (1977).
8. B.A. Strukov and A. P. Levanyuk, Ferroelectric Phenomena in Crystals Springer, Berlin, Heidelberg (1998) (Fiziczeskije osnovy siegnietoelektriczeskich javlenij w kristallach, Nauka, Fizmatlit, Moskwa (1995)).
9. J Klamut, K. Durczewski, J. Sznajd, Wstęp do fizyki przejść fazowych, Osolineum (1979).
10. J.F. Nye, Physical Properties of Crystals- their representation by tensors and matrices, Oxford (1985).
11. Materiały dydaktyczne – [www.gdp.if.pwr.wroc.pl](http://www.gdp.if.pwr.wroc.pl)

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. G. Grimvall, Thermophysical properties of materials, North-Holland (1986).
2. J. Toledano, P. Toledano, The Landau Theory of phase transitions, World Scientific (1987).
3. J.F. Scot, Ferroelectric Memories, Springer Series in Advanced Microelectronics 3, Berlin, Heidelberg (2000).
5. R. Blinc and B. Zeks, Soft modes in ferroelectrics and antiferroelectrics, North-Holland, (1974).
6. Wybrane artykuły przeglądowe z czasopism naukowych i popularnonaukowych.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Prof. dr hab. Ryszard Poprawski ([ryszard.poprawski@pwr.wroc.pl](mailto:ryszard.poprawski@pwr.wroc.pl))

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Wstęp do fizyki dielektryków**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna**  
**I SPECJALNOŚCI Nanoinżyniera/Fotonika**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	K1FTE_W17_S1NIN	C1	Wy1-Wy7	N1, N3, N4
<b>PEK_W02</b>	K1FTE_W08	C1	Wy1-Wy7	N1, N3, N4
<b>PEK_W03</b>	K1FTE_W09	C2	L1-L7	N2
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	K1FTE_U03	C2	L1-L7	N2, N4
<b>PEK_U02</b>	K1FTE_U07	C2	L1-L7	N2, N4
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1FTE_K03	C2	L1-L7	N1-N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej