

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Algebra FTI</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Algebra FTI</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria/Fotonika
Poziom i forma studiów:	<del>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</del> , stacjonarna / <del>niestacjonarna*</del>
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<del>TAK</del> / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	<b>3</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5	2			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Zalecana jest znajomość matematyki odpowiadająca maturze na poziomie rozszerzonym

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Opanowanie pojęć algebry liniowej oraz podstawowej wiedzy w zakresie liczb zespolonych, wielomianów i funkcji wymiernych
- C2. Poznanie podstawowych pojęć rachunku macierzowego z zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych.
- C3. Opanowanie podstawowej wiedzy z geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni
- C4. Opanowanie podstawowej wiedzy o przestrzeniach liniowych  $R^n$
- C5. Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

\*niepotrzebne skreślić

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student:

PEU\_W01 zna własności liczb zespolonych, wielomianów i funkcji wymiernych, zna podstawowe twierdzenie algebry

PEU\_W02 ma podstawową wiedzę z algebry liniowej, zna metody macierzowe rozwiązywania układów równań liniowych

PEU\_W03 ma podstawową wiedzę z geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni, zna równania płaszczyzny i prostej oraz krzywych stożkowych

PEU\_W04 ma podstawową wiedzę o przestrzeniach liniowych  $R^n$

Z zakresu umiejętności student:

PEU\_U01 potrafi wykonywać obliczenia z wykorzystaniem różnych postaci liczb zespolonych, potrafi rozkładać wielomian na czynniki a funkcję wymierną na ułamki proste

PEU\_U02 potrafi stosować rachunek macierzowy, obliczać wyznaczniki i rozwiązywać układy równań liniowych metodami algebry liniowej

PEU\_U03 potrafi wyznaczać równania płaszczyzn i prostych w przestrzeni i stosować rachunek wektorowy w konstrukcjach geometrycznych

PEU\_U04 potrafi badać niezależność wektorów oraz znajdować bazę podprzestrzeni liniowych  $R^n$ .

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEU\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU\_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	LICZBY ZESPOLONE. Postać algebraiczna. Dodawanie i mnożenie liczb zespolonych w postaci algebraicznej. Liczba sprzężona. Moduł liczby zespolonej.	2
Wy2	Argument główny. Postać trygonometryczna liczby zespolonej. Wzór de Moivre'a. Interpretacja geometryczna. Podzbiory płaszczyzny opisane za pomocą równań i nierówności zespolonych. Pierwiastek n-tego stopnia liczby zespolonej. Postać wykładnicza liczby zespolonej	3
Wy3	WIELOMIANY. Działania na wielomianach. Pierwiastek wielomianu. Twierdzenie Bezout. Zasadnicze twierdzenie algebry. Rozkład wielomianu na czynniki liniowe i kwadratowe. Funkcja wymierna. Ułamki proste. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste.	3
Wy4	MACIERZE. Określenie macierzy. Mnożenie macierzy przez liczbę. Dodawanie i mnożenie macierzy. Własności działań na macierzach. Transponowanie macierzy. Rodzaje macierzy (jednostkowa, diagonalna, symetryczna itp.).	2
Wy5	UKŁADY RÓWNAŃ LINIOWYCH. Eliminacja Gaussa – przekształcenie do układu z macierzą górną trójkątną. Rozwiązywanie układu z macierzą trójkątną nieosobliwą. Metoda kolumn jednostkowych.	2
Wy6	WYZNACZNIKI. Definicja wyznacznika. Rozwinięcie Laplace'a. Dopełnienie algebraiczne elementu macierzy. Wyznacznik macierzy transponowanej. Elementarne przekształcenia wyznacznika. Twierdzenie Cauchy'ego. Macierz nieosobliwa.	2
Wy7	Wzory Cramera. Macierz odwrotna. Wzór na macierz odwrotną. Rząd macierzy	2
Wy8	GEOMETRIA ANALITYCZNA w $R^2$ i w $R^3$ . Kartezjański układ współrzędnych.	2

	Wektory na płaszczyźnie i przestrzeni. Działania na wektorach. Długość wektora. Iloczyn skalarny. Warunek prostokątności wektorów. Kąt między wektorami. Orientacja trójki wektorów w przestrzeni. Iloczyn wektorowy. Iloczyn mieszany. Zastosowanie do obliczania pól i objętości.	
Wy9	Płaszczyzna. Równanie ogólne i parametryczne. Wektor normalny płaszczyzny. Kąt między płaszczyznami. Równania prostej na płaszczyźnie i w przestrzeni (w postaci normalnej, kierunkowej, parametrycznej). Warunki równoległości i prostokątności prostych. Odległość punktu od prostej.	2
Wy10	Prosta, jako przecięcie dwóch płaszczyzn. Równanie parametryczne prostej. Wektor kierunkowy. Punkt przecięcia płaszczyzny i prostej. Proste skośne. Odległość punktu od płaszczyzny i prostej.	2
Wy12	KRZYWE STOŻKOWE. Okrąg, elipsa, hiperbola, parabola.	2
Wy13	PRZESTRZEŃ LINIOWA $R^n$ . Liniowa kombinacja wektorów. Podprzestrzeń liniowa. Liniowa niezależność układu wektorów. Baza i wymiar podprzestrzeni liniowej przestrzeni $R^n$ Rozwiązywanie dowolnych układów równań liniowych., Twierdzenie Kroneckera-Capellego. Układy jednorodny i niejednorodny. Przestrzeń rozwiązań układu jednorodnego.	6
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczenia z wykorzystaniem różnych postaci liczb zespolonych z interpretacją na płaszczyźnie zespolonej	4
Ćw2	Rozkładanie wielomianu na czynniki. Wyznaczanie rozkładu funkcji wymiernej na ułamki proste	3
Ćw3	Obliczenia macierzowe. Rozwiązywanie układów równań liniowych metodami macierzowymi.	2
Ćw4	Obliczanie wyznaczników. Rozwiązywanie układów równań liniowych z wykorzystaniem wyznaczników. Wyznaczanie macierzy odwrotnej. Wyznaczanie rzędu macierzy.	4
Ćw5	Obliczenia geometryczne z wykorzystaniem iloczynu skalarnego i iloczynu wektorowego.	2
Ćw6	Wyznaczanie równań płaszczyzn i prostych w $R^2$ i w $R^3$ . Obliczenia i konstrukcje geometrii analitycznej.	4
Ćw7	Wyznaczanie okręgów, elips, parabol i hiperbol o zadanych własnościach.	3
Ćw8	Badanie liniowej niezależności wektorów w $R^n$ , wyznaczanie bazy i wymiaru podprzestrzeni liniowych.	4
Ćw9	Rozwiązywanie jednorodnych i niejednorodnych układów równań liniowych.	2
Ćw10	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład – metoda tradycyjna
N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
N3. Konsultacje
N4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P - Ćw	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P - Wy	PEU_W01-PEU_W04 PEU_K02	Egzamin
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
<p>[1] T. Huskowski, H. Korczowski, H. Matuszczyk, Algebra liniowa, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980.</p> <p>[2] P. Kajetanowicz, J. Wierzejewski Algebra z geometrią analityczną, 2008, Wydawnictwo Naukowe PWN</p> <p>[3] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra i geometria analityczna. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2009.</p> <p>[4] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra i geometria analityczna. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2009.</p> <p>[5] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.</p> <p>[6] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005</p> <p>[7] J. Klukowski, I. Nabałek, Algebra dla studentów, WNT, Warszawa 2005.</p> <p>[8] W. Stankiewicz, Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych, Cz. A, PWN, Warszawa 2003.</p>		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
<p>[1] G. Banaszak, W. Gajda, Elementy algebry liniowej, część I, WNT, Warszawa 2002</p> <p>[2] B. Gleichgewicht, Algebra, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2004.</p> <p>[3] E. Kącki, D. Sadowska, L. Siewierski, Geometria analityczna w zadaniach, PWN, Warszawa 1993.</p> <p>[4] F. Leja, Geometria analityczna, PWN, Warszawa 1972.</p> <p>[5] A. Mostowski, M. Stark, Elementy algebry wyższej, PWN, Warszawa 1963.</p>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Dr Krzysztof Majcher, k.majcher@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Algebra FT2</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Algebra FT2</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	<b>MAP002033W, MAP002033C</b>
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	<b>2</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0.8	2.0			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość rachunku macierzowego.
2. Podstawowa wiedza z układów równań liniowych.
3. Podstawowa wiedza o przestrzeniach  $R^n$
4. Podstawowa wiedza o liczbach zespolonych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Poznanie podstawowych pojęć z teorii przestrzeni liniowych.
- C2. Opanowanie podstawowej wiedzy o przekształceniach liniowych.
- C3. Poznanie podstawowych pojęć z przestrzeni euklidesowych i unitarnych.
- C4. Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

\*niepotrzebne skreślić

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma podstawową wiedzę o przestrzeniach liniowych

PEU\_W02 ma podstawową wiedzę o przekształceniach liniowych

PEU\_W03 zna podstawowe pojęcia i własności przestrzeni euklidesowych i unitarnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umie znajdować bazę przestrzeni liniowej i badać liniową niezależność wektorów,

PEU\_U02 potrafi wyznaczać jądro, obraz, macierz oraz wartości i wektory własne przekształcenia liniowego

PEU\_U03 potrafi ortogonalizować wektory i znajdować rzuty ortogonalne wektora na podprzestrzeń liniową

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU\_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przestrzenie liniowe - podstawowe pojęcia. Liniowa niezależność, baza i wymiar. Współrzędne wektora. Izomorfizm przestrzeni liniowych.	3
Wy2	Przekształcenia liniowe - podstawowe pojęcia. Macierz przekształcenia liniowego. Jądro, obraz i rząd przekształcenia liniowego. Wartości i wektory własne przekształceń liniowych i macierzy.	4
Wy3	Przestrzenie euklidesowe - podstawowe pojęcia. Geometria w przestrzeniach euklidesowych. Bazy ortogonalne. Ortogonalizacja. Rzut ortogonalny i jego zastosowania.	4
Wy4	Przekształcenia ortogonalne i unitarne. Macierze symetryczne i hermitowskie. Diagonalizacja ortogonalna macierzy symetrycznych.	4
Suma godzin		<b>15</b>

### Forma zajęć - ćwiczenia

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozpoznawanie przestrzeni i podprzestrzeni liniowych	2
Ćw2	Badanie liniowej niezależności wektorów, wyznaczanie bazy i wymiaru przestrzeni liniowej.	3
Ćw3	Znajdowanie macierzy przejścia z bazy do bazy. Wyznaczanie współrzędnych wektora w zadanej bazie.	3
Ćw4	Wyznaczanie jądra i obrazu przekształcenia liniowego.	2
Ćw5	Wyznaczanie macierzy przekształcenia liniowego w różnych bazach.	2
Ćw6	Obliczanie wartości i wektorów własnych macierzy i przekształceń liniowych.	4

	Diagonalizowanie macierzy.	
Ćw7	Obliczanie iloczynu skalarnego, normy wektora oraz kąta między wektorami.	2
Ćw8	Ortogonalizowanie wektorów metodą Grama-Schmidta. Wyznaczanie baz ortogonalnych przestrzeni euklidesowych.	2
Ćw9	Znajdowanie rzutów ortogonalnych na podprzestrzenie liniowe. Wyznaczanie dopełnień ortogonalnych.	2
Ćw10	Rozwiązywanie podstawowych zagadnień z przestrzeni unitarnych.	2
Ćw11	Rozwiązywanie podstawowych zagadnień z macierzy symetrycznych i hermitowskich.	4
Ćw12	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład – metoda tradycyjna
2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna i/lub e-learning
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P - Ćw	PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P - Wy	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K02	Egzamin

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] I. M. Gelfand, Wykłady z Algebry Liniowej, PWN, Warszawa 1974.
- [2] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.
- [3] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.
- [4] A. Mostowski, M. Stark, Elementy algebry wyższej, PWN, Warszawa 1963.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] G. Banaszak, W. Gajda, Elementy algebry liniowej, Cz. I-II, WNT, Warszawa 2002.
- [2] A. Białynicki-Birula, Algebra, PWN, Warszawa 1980.
- [3] G. Birkhoff, T. C. Barteel, Współczesna algebra stosowana, PWN, Warszawa 1983.
- [4] M. CH. Klin, R. Poschel, K. Rosenbaum, Algebra stosowana dla matematyków i informatyków, WNT, Warszawa 1992.
- [5] A. I. Kostrikin, Wstęp do algebry, PWN, Warszawa 2004.

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

**Robert Rałowski, robert.ralowski@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Analiza matematyczna FT1</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Calculus FT1</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>	<b>3</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	2.3	2.0			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza i umiejętności z matematyki na poziomie matury rozszerzonej dla szkoły średniej.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Opanowanie podstawowych pojęć Analizy Matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej.
- C2. Poznanie podstawowych metod badania przebiegu zmienności funkcji i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.
- C3. Opanowanie podstawowych metod obliczania całek funkcji jednej zmiennej rzeczywistej.
- C4. Opanowanie podstawowych kryteriów zbieżności szeregów i metod badania ich własności.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student:

PEU\_W01 zna podstawy rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej z zastosowaniem do rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych

PEU\_W02 ma podstawową wiedzę z zakresu całki nieoznaczonej i oznaczonej

PEU\_W03 ma podstawową wiedzę z teorii szeregów liczbowych i potęgowych, zna kryteria zbieżności.

Z zakresu umiejętności student:

PEU\_U01 potrafi obliczać granice ciągów i funkcji, wyznaczać asymptoty funkcji, stosować twierdzenie de L'Hospitala

PEU\_U02 potrafi obliczać pochodne funkcji i interpretować otrzymane wielkości, potrafi rozwiązywać zadania optymalizacyjne dla funkcji jednej zmiennej, potrafi zbadać własności i przebieg funkcji jednej zmiennej

PEU\_U03 potrafi wyznaczyć całki nieoznaczone prostych funkcji elementarnych i funkcji wymiernych

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEU\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU\_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykłady</b>		<b>Liczba godzin</b>
W1	Elementy logiki i teorii mnogości.	4
W2	Liczby rzeczywiste, zasada supremum, wzór dwumianowy Newtona.	2
W3	Ciągi, granice, punkty skupienia. Twierdzenie Weierstrassa.	2
	Pojęcie granicy funkcji. Funkcje ciągłe. Własność Darboux.	4
W4	Przegląd najważniejszych granic.	2
W5	Pojęcie pochodnej. Najważniejsze reguły różniczkowania.	2
W6	Pochodna złożenia funkcji. Pochodna funkcji odwrotnej.	2
W7	Twierdzenia Rolle'a, Lagrange'a, Cauchy'ego.	4
W8	Badanie przebiegu zmienności funkcji.	2
W9	Reguła de l'Hospitala i wzór Taylora.	2
W10	Całka oznaczona: definicja i przykłady, Podstawowe Twierdzenie Rachunku Różniczkowego i Całkowego.	4
W11	Pojęcie funkcji pierwotnej, całka nieoznaczona.	2
W12	Metody całkowania: przez części i przez podstawienie.	2
W13	Funkcje wymierne, ułamki proste i ich całkowanie. Podstawienia Eulera.	2
W14	Całkowanie funkcji trygonometrycznych. Uniwersalne postawienie trygonometryczne.	2
W15	Objętości i powierzchnie brył obrotowych.	2
W16	Szeregi liczbowe: podstawowe własności. Iloczyn Cauchy'ego.	3
W17	Szeregi potęgowe. Twierdzenie Abela.	2
	Suma godzin	<b>45</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Obliczanie granic właściwych i niewłaściwych ciągów liczbowych i funkcji (w punkcie) oraz wyrażeń nieoznaczonych.	3
Ćw2	Obliczanie pochodnych funkcji z wykorzystaniem reguł różniczkowania. Wyznaczanie stycznych do wykresu funkcji. Stosowanie różniczki do obliczeń przybliżonych (szacowania błędu).	4
Ćw3	Wyznaczanie wzorów Taylora/Maclaurina z oszacowaniem dokładności. Stosowanie reguły de L'Hospitala do obliczeń granic.	3
Ćw4	Badanie przebiegu funkcji – przedziały monotoniczności, wypukłość, ekstrema lokalne. Wyznaczanie ekstremów globalnych.	4
Ćw5	Kolokwium.	2
Ćw6	Obliczanie całek nieoznaczonych – całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych. Całkowanie funkcji trygonometrycznych.	4
Ćw7	Obliczanie całek oznaczonych.	4
Ćw8	Badanie własności szeregów.	4
Ćw9	Kolokwium.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład – metoda tradycyjna N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna N3. Konsultacje N4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P - Ćw	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P - Wy	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K02	Egzamin

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### literatura PODSTAWOWA:

- [1] F. Leja, Rachunek Różniczkowy i Całkowy, PWN, 2012
- [2] W. Krysicki, L. Włodarski, Analiza matematyczna w zadaniach, Cz. I, PWN, Warszawa 2006.
- [3] G. M. Fichtenholz, Rachunek różniczkowy i całkowy, T. I-II, PWN, Warszawa 2007.

### literatura UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] K. Kuratowski, Rachunek Różniczkowy i Całkowy. Funkcje jednej zmiennej rzeczywistej, PWN, 2012
- [2] M. Zakrzewski, Markowe Wykłady z Matematyki, analiza, wydanie I, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław, 2013

### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Małgorzata Kuchta, malgorzata.kuchta@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Analiza matematyczna FT2</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Calculus FT2</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>	<b>3</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5	2.0			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Zna rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej zmiennej i jego zastosowania.
2. Zna podstawowe pojęcia algebry liniowej.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Poznanie podstawowych pojęć rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych.
- C2. Poznanie podstawowych pojęć rachunku całkowego funkcji wielu zmiennych.
- C3. Poznanie podstawowych metod rozwiązywania równań różniczkowych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student:

PEU\_W01 zna podstawy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych

PEU\_W02 zna podstawy rachunku całkowego funkcji wielu zmiennych

PEU\_W03 ma podstawową wiedzę o liniowych równaniach różniczkowych pierwszego rzędu i drugiego rzędu o stałych współczynnikach.

Z zakresu umiejętności student:

PEU\_U01 potrafi obliczać pochodne cząstkowe, kierunkowe i gradient funkcji wielu zmiennych i interpretować otrzymane wielkości, potrafi sprawdzić, czy dane pole wektorowe jest potencjalne i obliczyć potencjał pola

PEU\_U02 potrafi obliczać i interpretować całki wielokrotne, potrafi stosować różne układy współrzędnych do obliczeń całek podwójnych i potrójnych

PEU\_U03 potrafi rozwiązywać proste równania różniczkowe

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEU\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU\_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
W01	Geometria przestrzeni $R^n$ . Pojęcie ciągłości funkcji z $R^n$ w $R^m$ .	2
W02	Pojęcie pochodnej funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Pochodna kierunkowa. Gradient funkcji. Macierz Jacobiego.	2
W03	Pochodna złożenia funkcji. Twierdzenie o funkcji odwrotnej.	2
W04	Funkcje uwikłane. Twierdzenie o odwzorowaniu otwartym. Metoda mnożników Lagrange'a.	4
W05	Ekstrema lokalne, ekstrema warunkowe, ekstremalne wartości funkcji na danym zbiorze.	2
W06	Całka funkcji wielu zmiennych. Twierdzenie Fubinięgo. Zastosowania.	2
W07	Twierdzenie o zamianie zmiennych. Współrzędne biegunowe, cylindryczne, sferyczne.	2
W08	Pojęcie całki krzywoliniowej.	2
W09	Pola wektorowe. Pola potencjalne. Pojęcie dywergencji i rotacji pola. Laplasjan pola.	2
W10	Twierdzenia Greena, Gaussa, Stokesa i ich zastosowania.	4
W11	Pojęcie równania różniczkowego. Twierdzenia o istnieniu rozwiązań.	2
W12	Podstawowe klasy równań różniczkowych i podstawowe metody ich rozwiązywania.	2
W13	Szeregi trygonometryczne i ich zastosowania do rozwiązywania równań różniczkowych.	2
Suma godzin		<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Badanie własności przestrzeni $R^n$ . Ciągłość odwzorowań przestrzeni metrycznych.	4
Ćw2	Obliczanie pochodnych cząstkowych. Wyznaczanie płaszczyzny stycznej. Obliczanie pochodnych kierunkowych i gradientu.	4
Ćw3	Obliczanie pochodnych wyższych rzędów. Badanie czy dane pole jest potencjalne. Wyznaczanie potencjałów pola.	4
Ćw4	Wyznaczanie ekstremów funkcji wielu zmiennych. Wyznaczanie macierzy Jacobiego oraz jacobianu funkcji. Wyznaczanie hesjanu. Obliczanie ekstremów warunkowych.	4
Ćw5	Obliczanie całek wielu zmiennych. Zamiana kolejności całek iterowanych. Obliczenia całek z zamianą zmiennych. Współrzędne biegunowe, walcowe, sferyczne.	4
Ćw6	Zastosowania twierdzeń Greena, Gaussa i Stokesa.	4
Ćw7	Rozwiązywanie podstawowych klas równań różniczkowych.	6
Suma godzin		<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykład – metoda tradycyjna z wykorzystaniem multimediiów. 2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P – C	PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01-PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kolokwia
P - W	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K02	Egzamin

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA**

- [1] F. Leja, Rachunek różniczkowy i całkowy ze wstępem do równań różniczkowych, PWN, Warszawa 2008.
- [2] G. M. Fichtenholz, Rachunek różniczkowy i całkowy, T. I-II, PWN, Warszawa 2007.
- [3] W. Żakowski, W. Kołodziej, Matematyka, Cz. II, WNT, Warszawa 2003.
- [4] W. Żakowski, W. Leksiński, Matematyka, Cz. IV, WNT, Warszawa 2002.
- [5] W. Krysicki, L. Włodarski, Analiza matematyczna w zadaniach, Cz. I-II, PWN, Warszawa 2006.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1] R. Leitner, Zarys matematyki wyższej dla studiów technicznych, Cz. 1-2, WNT, 2006.
- [2] H. i J. Musielakowie, Analiza matematyczna, T. I, Cz. 1-2 oraz T. II, Cz. 1, Wydawnictwo Naukowe UAM, 1993 oraz 2000.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Małgorzata Kuchta, malgorzata.kuchta@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Bionanostruktury</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Bionanostructures</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Nanoinżynieria</b>	
Poziom i forma studiów:	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / 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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiadomości na temat nanostruktur.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studenta ze współczesnym postrzeganiem nauk biologicznych.  
 C2 Prezentacja właściwości złożonych układów molekularnych.  
 C3 Przedstawienie koncepcji maszyny molekularnej oraz omówieni wybranych przykładów.



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Znajomość fundamentalnych dla współczesnych nauk biologicznych pojęć.

PEU\_W02 – Znajomość molekularnych podstaw budowy materii ożywionej.

PEU\_W03 – Wiedza dotycząca zasad funkcjonowania biologicznych maszyn molekularnych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Rozumienie współczesnego języka nauk biologicznych oraz umiejętność posługiwania się nim.

PEU\_U02 – Umiejętność wyszukiwania, gromadzenia i przetwarzania informacji technicznej i naukowej o charakterze interdyscyplinarnym.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – Umiejętność interpretowania i wyjaśniania zagadnień związanych z biotechnologiami.

PEU\_K02 – Umiejętność pracy w zespołach interdyscyplinarnych powołanych do rozwiązania zagadnień technicznych i technologicznych.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Znaczenie efektu hydrofobowego i mechaniczna równowagi w układach makromolekularnych.	3
Wy2	Sprężenie mechano-chemiczne i jego znaczenie dla funkcjonowania maszyn molekularnych	3
Wy3	Generacja ruchu w wyniku polimeryzacji.	3
Wy4	Kinezyrna i dyneina jako przykłady maszyn molekularnych	3
Wy5	Transformacja energii w układach biologicznych i znaczenie F0F1ATPazy.	3
Wy6	Chemotaksja bakterii – podejście systemowe w analizie układów biologicznych	3
Wy7	Organizacja zespołów maszyn molekularnych na przykładzie mitozy	3
Wy8	Znaczenie efektu hydrofobowego i mechaniczna równowagi w układach makromolekularnych.	3
Wy9	Sprężenie mechano-chemiczne i jego znaczenie dla funkcjonowania maszyn molekularnych	3
Wy10	Generacja ruchu w wyniku polimeryzacji.	3
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Multimedialna prezentacja wykładów

N2. Materiały pomocnicze w formie elektronicznej – publikacje przeglądowe

N3. Udostępnienie treści wykładowych w formie elektronicznej

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
--	--------------------------	---

– podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_W01; PEU_W02; PEU_W03	Na Podstawie dyskusji w trakcie wykładu
F2	PEK_K01;	Na podstawie dyskusji w trakcie wykładu
P – PEU_K02; PEU_U01; PEU_U02 praca pisemna na zadany przez prowadzącego temat		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] „Physics of the cel” 2002 Philip C. Nelson

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Podręczniki z Biochemii i Biologii Molekularnej
- [2] Podręczniki z Chemii Fizycznej
- [3] Materiały dostarczone przez prowadzącego

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

**Prof. dr hab. inż. Marek Langner, [marek.langner@pwr.edu.pl](mailto:marek.langner@pwr.edu.pl)**

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Charakteryzacja materiałów i struktur półprzewodnikowych	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Characterization of semiconductor materials and structures	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Nanoinżynieria	
<b>Poziom i forma studiów:</b> I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b> TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			45	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.8			1.2	

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Zaliczone kursy z analizy matematycznej
2. Zaliczone kursy z algebry
3. Zaliczona fizyka ogólna
4. Zaliczony wstęp do fizyki ciała stałego lub podobny/równoważny kurs

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Dostarczenie wiedzy na temat podstawowych metod eksperymentalnych służących do badania materiałów i struktur półprzewodnikowych.
- C2 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się aparaturą pomiarową, umiejętności analizy wyników eksperymentalnych oraz pisania raportów z badań.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna podstawowe metody eksperymentalne badania materiałów i struktur półprzewodnikowych.

PEU\_W02 Ma pogłębioną wiedzę z zakresu zjawisk fizycznych wykorzystanych w wybranych metodach pomiarowych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umie posłużyć się aparaturą pomiarową, dobrać właściwą metodę eksperymentalną do zbadania/wyznaczenia danej wielkości (lub danego parametru) w materiale półprzewodnikowym.

PEU\_U02 Umie przeprowadzić pomiary, opracować wyniki pomiarów i sporządzić z tego raport.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi pracować w grupie i dzielić się obowiązkami.

PEU\_K02 Rozpoznaje role materiałów półprzewodnikowych w codziennym życiu oraz potrzebę badania nowych materiałów półprzewodnikowych.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podział metod eksperymentalnych służących badaniu materiałów i struktur półprzewodnikowych oraz ich ogólna charakterystyka: - metody strukturalne - metody elektryczne - metody optyczne	2
Wy2	Dyfrakcja rentgenowska (XRD): - równie Bragów oraz zjawisko dyfrakcji na kryształach - dyfraktometr rentgenowski - wielkości wyznaczone metodą XRD w materiałach i strukturach półprzewodnikowych	2
Wy3	Spektroskopia fotoelektronów: - zjawisko fotoemisji elektronów w półprzewodnikach - źródła promieniowania ultrafioletowego oraz miękkiego promieniowania X - spektroskopia XPS, UPS, ARPES - przykłady zastosowań technik XPS, UPS, ARPES do badań materiałów półprzewodnikowych	2
Wy4	Mikroskopia elektronowa: - transmisja elektronów przez ciało stałe oraz zjawiska temu towarzyszące - mikroskop elektronowy - wielkości wyznaczone metodą mikroskopii elektronowej dla struktur półprzewodnikowych	2
Wy5	Metody SIMS i RBS: - zjawisko wtórnej emisji jonów z ciała stałego, zjawisko rozpraszania Rutherforda - aparatura do pomiarów SIMS i RBS - wielkości wyznaczone metodą SIMS oraz RBS dla struktur półprzewodnikowych	2
Wy6	Pomiar efektu Halla oraz termosyły: - zjawisko Halla, metoda Van der Pauwa - zastosowanie efektu Halla do wyznaczenia koncentracji nośników w materiałach półprzewodnikowych - efekt Seebecka, Peltiera i powstawanie termosyły w ciele stałym - wyznaczenie koncentracji nośników w materiałach półprzewodnikowych na podstawie pomiarów termosyły	2
Wy7	Spektroskopia impedancyjna oraz spektroskopia DLTS - kontakt omowy i kontakt Schottkiego - głębokie domieszki w półprzewodnikach - aparatura do spektroskopii impedancyjnej oraz spektroskopii DLTS - przykłady zastosowań spektroskopii impedancyjnej oraz spektroskopii DLTS w wybranych materiałach półprzewodnikowych	2
Wy8	Pomiar fotoprądu: - absorpcja międzypasmowa, optyczna jonizacja domieszek w materiałach półprzewodnikowych, wbudowane pole elektryczne i efekt fotowoltaiczny	2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- układy do pomiarów foto-prądu</li> <li>- przykłady zastosowań pomiarów fotoprądu do badań materiałów półprzewodnikowych</li> </ul>	
Wy9	<p>Elipsometria i podstawowe metody absorpcyjne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funkcja dielektryczna i stałe optyczne</li> <li>- odbicie i transmisja światła w układzie powietrze/półprzewodnik</li> <li>- budowa elipsometru i spektrometru absorpcyjnego</li> <li>- przykłady pomiarów elipso-metrycznych oraz absorpcji dla wybranych materiałów i struktur półprzewodnikowych</li> </ul>	2
Wy10	<p>Podstawowe metody emisyjne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zjawisko fotoluminescencji i katodoluminescencji</li> <li>- dynamika nośników w strukturach półprzewodnikowych</li> <li>- układy do pomiarów widm fotoluminescencji i katodoluminescencji</li> <li>- przykłady zastosowań techniki fotoluminescencji i katodoluminescencji do badania struktur półprzewodnikowych</li> <li>- układy do pomiarów widm czasowo-rozdzielczej fotoluminescencji i katodoluminescencji</li> <li>- przykłady pomiarów czasowo-rozdzielczej fotoluminescencji i katodoluminescencji w strukturach półprzewodnikowych</li> </ul>	2
Wy11	<p>Spektroskopia Ramana oraz spektroskopia absorpcyjna w dalekiej podczerwieni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zjawisko rozpraszania światła Ramana</li> <li>- układy do pomiarów widm Ramana</li> <li>- przykłady pomiarów widm Ramana dla wybranych materiałów i struktur półprzewodnikowych</li> <li>- interferometr Michelsona i zasada działania układu FTIR</li> <li>- absorpcja światła na drganiach sieci</li> <li>- absorpcja na swobodnych nośnikach</li> <li>- przykłady pomiarów widm absorpcji dla wybranych materiałów i struktur półprzewodnikowych</li> </ul>	2
Wy12	<p>Spektroskopia foto-akustyczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zjawisko generacji fali termicznej na skutek absorpcji światła w ciele stałym</li> <li>- układy do pomiarów widm foto-akustycznych</li> <li>- przykłady pomiarów widm foto-akustycznych dla materiałów i struktur półprzewodnikowych</li> </ul>	2
Wy13	<p>Foto-indukowane odbicie mikrofal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zjawisko foto-indukowanego odbicia fali elektromagnetycznej od ciała stałego w zakresie mikrofalowym</li> <li>- układy do pomiarów foto-indukowanego odbicia mikrofal</li> <li>- przykłady zastosowania foto-indukowanego odbicia mikrofal do wyznaczania czasów życia nośników w półprzewodnikach ze skośną przerwa energetyczną</li> </ul>	2
Wy14	<p>Wykorzystanie wysokich ciśnień hydrostatycznych w badaniach półprzewodników</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- metody uzyskiwania wysokich ciśnień hydrostatycznych</li> <li>- komory do pomiarów właściwości strukturalnych, elektrycznych i optycznych ciała stałego w wysokich ciśnieniach hydrostatycznych</li> </ul>	2

	- przykłady zastosowania wysokich ciśnień do badania wybranych zjawisk w materiałach i strukturach półprzewodnikowych	
Wy15	Powtórzenie materiału i wyrównanie zaległości	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
<p><b>UWAGA!</b> Studenci podzieleni na grupy wybierają <b>jeden</b> z projektów z poniższej listy i realizują go przez cały semestr. Do wyboru jest 14 projektów.</p>		
P1- P15	<p>Wyznaczanie temperaturowej zależności przerwy energetycznej dla półprzewodnikowych związków mieszanych.</p> <p>Badanie lokalizacji nośników w niskich temperaturach dla półprzewodnikowych związków mieszanych.</p> <p>Pomiary widm piezoodbicia dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</p> <p>Pomiary przejść optycznych w półprzewodnikowych studniach kwantowych metodą fotoodbicia.</p> <p>Pomiary skośnej przerwy energetycznej metodą spektroskopii fotoakustycznej dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</p> <p>Pomiary czasów życia nośników w półprzewodnikach ze skośną przerwą energetyczną metodą fotoindukowanego odbicia mikrofal.</p> <p>Wyznaczanie koncentracji nośników w próbkach półprzewodnikowych na podstawie pomiarów termosyły.</p> <p>Pomiary fotoprądu dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</p> <p>Pomiary koncentracji nośników w próbkach półprzewodnikowych metodą Hala.</p> <p>Pomiary widm modulowanej transmisji dla cienkich warstw półprzewodnikowych.</p> <p>Pomiary wbudowanych pól elektrycznych w strukturach półprzewodnikowych metodą bezkontaktowego elektroodbicia.</p> <p>Pomiar głębokich poziomów domieszkowych metodą DLTS dla mieszanych związków półprzewodnikowych.</p> <p>Pomiary charakterystyk I-V i C-V dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</p> <p>Pomiary widm optycznych w wysokich ciśnieniach hydrostatycznych.</p>	15
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład prowadzony z wykorzystaniem slajdów  
N2 Wyprowadzanie i omawianie zagadnień na tablicy  
N3 Dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów  
N4 Internet: wyszukiwanie potrzebnych materiałów poprzez wyszukiwarki  
N5 Praca w grupie

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 – PEU_W03	Zaliczenie w formie pisemno-ustnej.
F2	PEU_U01 – PEU_U04	Ocena za raport ze realizowanego projektu.
P=F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Characterization of Semiconductor Materials, Principles and Methods, Gary F. McGuire, William Andrew (1989).
- [2] Characterization of Semiconductor Heterostructures and Nanostructures, Editors: Giovanni Agostini Carlo Lamberti Carlo Lamberti, Elsevier Science, (2008).
- [3] Optical Characterization of Semiconductors, Infrared, Raman, and Photoluminescence Spectroscopy, Sidney Perkowitz, Academic Press (1993).
- [4] Semiconductor Research: Experimental Techniques, Editors: A. Patane and N. Balkan, Springer (2012).

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Artykuły w Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics i innych czasopismach naukowych.

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

**Prof. Robert Kudrawiec, robert.kudrawiec@pwr.edu.pl**



<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Chemia fizyczna</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Physical Chemistry</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria</b>	
<b>Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: wybieralny</b>	
<b>Kod przedmiotu: CHP002004W i CHP002004C</b>	
<b>Grupa kursów: TAK</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	45	30			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.0	0.5			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej
2. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej
4. Podstawowe umiejętności z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu termodynamiki chemicznej i statyki chemicznej
- C2 Nabycie wiedzy na temat równowag fazowych w układach jedno- i dwuskładnikowych
- C3 Nabycie wiedzy na temat faz powierzchniowych w zakresie absorpcji i zjawisk powierzchniowych w roztworach
- C4 Nabycie wiedzy w zakresie podstawowych własności roztworów elektrolitów i ogniw elektrochemicznych
- C5 Opanowanie podstaw kinetyki reakcji chemicznych prostych i złożonych
- C6 Nabycie wiedzy z obliczeń podstawowych parametrów procesów fizykochemicznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych pojęć: układ, składnik, faza, wielkości intensywne i ekstensywne, wielkości parcjalne, gazy rzeczywiste, równowagi fazowe, powinowactwo chemiczne reakcji, potencjał chemiczny składnika, wykresy fazowe, zjawiska osmotyczne, przewodnictwo elektrolitów, siła jonowa
- PEU\_W02 zna zasady termodynamiki, termochemii i podstawowe prawa rządzące tymi procesami, kryteriami samorzutności procesu i stanu równowagi.
- PEU\_W03 ma ogólną wiedzę w zakresie równowag fazowych w układach jedno- i dwuskładnikowych
- PEU\_W04 zna termodynamiczny opis zjawisk powierzchniowych, siły jonowej roztworów elektrolitów, przewodności elektrolitów i ogniów elektrochemicznych
- PEU\_W05 zna podstawowe równania i modele kinetyki chemicznej

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 potrafi analizować zasady termodynamiki, dokonywać obliczeń układów fazowych, analizować równowagi chemiczne i równowagi fazowe,
- PEU\_U02 Potrafi wytłumaczyć, wykorzystując język matematyki, stałe równowagi reakcji chemicznej, zależności od T i p.
- PEU\_U03 umie wykonywać obliczenia dotyczące zjawisk powierzchniowych oraz roztworów elektrolitów w warunkach równowagi, ogniów elektrochemicznych i kinetyki reakcji chemicznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 ma znajomość chemii fizycznej w zakresie, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych pokrewnych zagadnień

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Kinetyczna teoria gazów. Równania stanu. Gazy rzeczywiste: gaz van der Waalsa	2
Wy2	Termodynamika chemiczna. Ciepło i praca. I zasada termodynamiki. Podstawy termochemii: prawo Hessa i prawo Kirchhoffa.	2
Wy3	Termodynamika chemiczna. II zasada termodynamiki. Entropia, energia swobodna i entalpia swobodna.	2
Wy4	Termodynamika chemiczna. Potencjał chemiczny i powinowactwo chemiczne. Równowaga chemiczna. Izobara van't Hoffa.	2
Wy5	Równowagi fazowe. Reguła faz Gibbsa. Równowaga fazowa w układzie jednoskładnikowym.	2
Wy6	Układy dwuskładnikowe. Równowaga ciecz – para (prawo Raoult'a i Henry'ego). Destylacja. Równowaga ciecz – ciecz i ciecz – ciało stałe.	2
Wy7	Zjawiska osmotyczne w układach dwuskładnikowych: ebulliometria, kriometria i ciśnienie osmotyczne roztworu.	2
Wy8	Adsorpcja: fizyczna i chemiczna. Zjawiska powierzchniowe w fazach jednoskładnikowych.	2
Wy9	Równowagi jonowe w roztworach: aktywności jonów i aktywność elektrolitu, teoria elektrolitów mocnych, iloczyn rozpuszczalności, równowagi kwasowo-zasadowe (teoria Brønsteda), wykładnik jonów wodorowych (pH).	4
Wy10	Elektrochemia. Ogniwa elektrochemiczne. Siła elektromotoryczna. Półogniwa.	4

Wy11	Elektrochemia. Przewodnictwo elektrolitów mocnych i słabych. Elektroliza. Liczby przenoszenia jonów.	2
Wy12	Kinetyka chemiczna. Szybkość reakcji. Kinetyka formalna. Rząd reakcji. Zależność szybkości reakcji od temperatury. Energia aktywacji.	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw 1	I zasada termodynamiki. Obliczanie pracy, ciepła, zmian energii wewnętrznej i entalpii.	1
Ćw 2	Obliczanie ciepła reakcji. Prawo Hessa i prawo Kirchhoffa.	1
Ćw3	Obliczanie entropii, energii swobodnej i entalpii swobodnej. II zasada termodynamiki w zastosowaniu do reakcji chemicznych. Powinowactwo chemiczne reakcji. Potencjał chemiczny składnika	1
Ćw4	Stan równowagi chemicznej. Obliczanie stałych równowagi reakcji chemicznej w zależności od T i p. Izobara van 't Hoffa. Omówienie stanu równowagi w układach rzeczywistych.	1
Ćw5	Równowagi fazowe w układach jednoskładnikowych. Wykresy fazowe układów jednoskładnikowych. Prawo Clausiusa-Clapeyrona.	1
Ćw6	Analiza równowag fazowych w układach wieloskładnikowych. Reguła faz Gibbsa. Układy 2-składnikowe: dwie ciecze i ciecz-para. Prawo Raoult'a i prawo Henry'ego. Destylacja. Układy dwuskładnikowe ciecz-ciało stałe.	1
	Kolokwium elektroniczne I	1
Ćw7	Zjawiska osmotyczne. Kriometria. Ebulliometria.	1
Ćw8	Zjawiska powierzchniowe. Adsorpcja na powierzchni fazy stałej. Napięcie powierzchniowe. Równania Szyszkowskiego i Gibbsa.	1
Ćw9	Równowagi jonowe w roztworach. Aktywności. Obliczanie pH i stężeń w stanie równowagi kwasowo-zasadowej.	1
Ćw10	Siła elektromotoryczna i procesy elektrodowe. Równania reakcji i wzory Nernsta dla typowych półogniw. Obliczanie funkcji termodynamicznych z pomiaru SEM. Obliczanie iloczynu rozpuszczalności z pomiaru SEM.	1
Ćw11	Przewodzenie prądu w roztworach elektrolitów. Określenie ruchliwości jonów. Obliczanie przewodności elektrolitycznej i przewodności molowej mocnego i słabego elektrolitu. Wyznaczenie iloczynu rozpuszczalności soli trudno rozpuszczalnej z pomiaru przewodności. Wyznaczenie liczb przenoszenia.	1
Ćw12	Wyznaczanie rzędowości i obliczanie stałych szybkości reakcji elementarnych.	1
Ćw13	Obliczanie stałych szybkości i postępu reakcji złożonych	1
	Kolokwium elektroniczne II	1
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1. Wykłady problemowe – prezentacje multimedialne
2. Ćwiczenia rachunkowe - prezentacje multimedialne wiadomości wstępnych do określonych problemów rachunkowych
3. Ćwiczenia rachunkowe – metoda tradycyjna, rozwiązywanie zadań
4. Udostępniony w sieci zapis elektroniczny rozwiązywanych problemów rachunkowych
5. Konsultacje
6. Praca własna – przygotowanie do kolokwium zaliczeniowych na podstawie quizów wzorcowych udostępnianych na e-portalu
7. Praca własna – przygotowanie do kolokwium zaliczającego wykład

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05	kolokwium
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	odpowiedzi ustne, kolokwia elektroniczne, zaliczenie na ocenę.
P=(1/5)F1+( 4/5)F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna 1, *Podstawy fenomenologiczne*, wyd. V, PWN, Warszawa 2005.
- [2] J. Demichowicz-Pigoniowa, A. Olszowski, Chemia fizyczna 3, *Obliczenia fizykochemiczne*, PWN, Warszawa 2010.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [2] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej*, PWN 1999
- [3] P.W. Atkins, *Chemia fizyczna*, PWN 2001
- [4] H. Kuhn i H.-D. Forsterling, *Principles of Physical Chemistry. Understanding Molecules, Molecular Assemblies, Supramolecular Machines*, J. Wiley, Chichester 1999

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

dr hab. inż. Katarzyna Matczyszyn, katarzyna.matczyszyn@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>CYFROWE PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>DIGITAL SIGNAL PROCESSING</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>FIZYKA TECHNICZNA</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>FOTONIKA</b>	
Poziom i forma studiów:	<b>I / II-stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy- / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK- / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*		<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs Analiza matematyczna 2 (kurs MAP001156)

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu charakteryzowania sygnałów deterministycznych i losowych, metod ich analizy, przekształceń ciągłych i dyskretnych.
- C2 Nabycie podstawowych umiejętności z zakresu zastosowania metod i technik cyfrowego przetwarzania sygnałów do rozwiązywania zagadnień symulacji i analizy szerokiego sPEUtrum sygnałów.
- C3 Nabycie umiejętności właściwego dokumentowania realizacji eksperymentów symulacyjnych z zakresu badań nad sygnałami.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie teorii sygnałów, zna modele sygnałów deterministycznych i losowych

PEU\_W02 Zna podstawowe algorytmy przetwarzania sygnałów, zna cyfrowe metody realizacji tych algorytmów, zna transformacje ciągłe i dyskretne.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi zastosować podstawowe algorytmy przetwarzania sygnałów, potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment symulacyjny w środowisku programistycznym odpowiednim do badań nad sygnałami

PEU\_U02 Potrafi opracować właściwą dokumentację wyników prowadzonych prac.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie potrzebę samodzielnego doksztalcania, wykorzystuje współczesne środki przekazu do pozyskiwania potrzebnych informacji, potrafi pracować samodzielnie i w grupie przy realizacji wyznaczonych zadań

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Program wykładu, warunki zaliczenia. Klasyfikacja i modele sygnałów, parametry sygnałów deterministycznych.	2
Wy2	Elementy teorii sygnałów. Próbkowanie sygnałów. Kwantowanie. Reprezentacje cyfrowe sygnałów ciągłych. Błędy dyskretyzacji sygnałów.	2
Wy3	Analiza częstotliwościowa sygnałów deterministycznych. Szereg Fouriera. Przekształcenie Fouriera. Dyskretne przekształcenie Fouriera.	2
Wy4	Zastosowanie funkcji okienkowych w analizie widmowej. Przykłady funkcji wagowych.	2
Wy5	Algorytmy obliczania DFT: algorytmy FFT. Zastosowania. Przykłady analizy sygnałów.	2
Wy6	Przekształcenie Z. Właściwości, przykłady, zastosowania.	2
Wy7	Przekształcenie Z a transformaty Fouriera i Laplace'a. Systemy liniowe z czasem dyskretnym.	2
Wy8	Filtry cyfrowe. Filtry typu SOI i NOI, przykłady, analiza, transmitancja, bieguny i zera transmitancji, charakterystyka częstotliwościowa.	2
Wy9	Formy realizacji filtrów cyfrowych. Grafy. Filtry NOI.	2
Wy10	Cyfrowa fazoczuła detekcja synchroniczna. Procesy stochastyczne.	2
W11	Statystyki procesu stochastycznego. Stacjonarność, ergodyczność. Funkcja autokorelacji i krosskorelacji. Gęstość widmowa mocy.	2
Wy12	Metody cyfrowe estymacji widma mocy sygnałów. Interpretacja widma mocy. Periodogram, wygładzanie periodogramu, metoda Welcha.	2
Wy13	Przejście sygnału losowego przez układ liniowy.	2

Wy14	Modelowanie procesów stochastycznych. Modele AR, MA, ARMA. Cyfrowa filtracja adaptacyjna.	2
Wy15	Zastosowania CPS. Procesory DSP.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie. Wytwarzanie sygnałów dyskretnych, reprezentacje macierzowe sygnałów, parametry deterministycznych sygnałów okresowych.	2
La2	Sygnały okresowe z szumem. Parametry sygnałów losowych.	2
La3	Analiza częstotliwościowa, DFT, FFT, widmo amplitudowe i fazowe sygnału.	2
La4	Próbkowanie niesynchroniczne sygnałów. Okienkowanie sygnałów dyskretnych. .	2
La5	Filtry typu SOI. Transmitancja $H(z)$ filtru. Charakterystyki częstotliwościowe i czasowe filtrów. Standardowe filtry SOI. Filtry typu NOI.	2
La6	Sygnały losowe. Przejście sygnałów losowych przez filtry cyfrowe. Funkcja autokorelacji.	2
La7	Sygnały deterministyczne z addytywnym szumem. Periodogram. Modelowanie AR. Metoda Pisarenki.	2
La8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacją komputerową  
N2. Praca z oprogramowaniem  
N3. Krótkie sprawdziany wiedzy - stosowane na ćwiczeniach laboratoryjnych  
N4. Sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych.  
N5. Problem do samodzielnej realizacji, w celu uzyskania oceny celującej

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	1. Ocena z kolokwium 2. Obecność (do 10 %) 3. Zadanie indywidualne – dla ocen >5.0
F2	PEU_U01 PEU_U02	1. Krótkie prace pisemne – testy sprawdzające 2. Sprawozdania z prac laboratoryjnych, rozwiązywane poza zajęciami zorganizowanymi.
P - wykład – ocena z kolokwium, obecność do 10%, dodatkowo samodzielne rozwiązanie zadania		

indywidualnego (tylko w przypadku ocen >5)

P – laboratorium – średnia z ocen z testów sprawdzających i ocen ze sprawozdań

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Zieliński T. P., Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, WKŁ, Warszawa, 2005, 2009
- [2] Lyons R. G., Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, WKŁ, Warszawa, 1999
- [3] Oppenheim A.V., Schafer R.W., Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, WKŁ, Warszawa, 1979

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Szabatin J., Podstawy teorii sygnałów, WKŁ, Warszawa, 2000
- [2] Bendat J. S., Piersol A.G., Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych, Warszawa, PWN, 1976

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

**Dr inż. Janusz Ociepka**

**janusz.ociepka@pwr.wroc.pl**



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim FIZYKA CIENKICH WARSTW</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim PHYSICS OF THIN FILMS</b>	
<b>Kierunek studiów: FIZYKA TECHNICZNA</b>	
<b>Specjalność:</b>	<b>Fotonika</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		25		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,8		1,0		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej.
2. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji.
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy, z zakresu fizyki cienkich warstw oraz układów wielowarstwowych, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne.
- C2 Poznanie podstawowych metod otrzymywania cienkich warstw. Nabycie wiedzy na temat zastosowań cienkich warstw i układów wielowarstwowych, w szczególności w optyce i fotonice.
- C3 Nabycie umiejętności eksperymentowania w zakresie cienkich warstw. Poznanie podstawowych technik i metod pomiarowych z zakresu optyki cienkich warstw oraz opracowania wyników pomiarowych.

C4 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych dotyczących umiejętności współpracy w zespole, przestrzegania obyczajów obowiązujących w społeczeństwie, kreatywności myślenia, rozumienia konieczności samouczenia się oraz krytycznej analizy uzyskanych informacji, a także przekazywanie społeczeństwu informacji na temat cienkich warstw.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

#### **Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01

Ma podstawową wiedzę dotyczącą technik wytwarzania pokryć cienkowarstwowych, oraz układów wielowarstwowych. Posiada uporządkowaną wiedzę na temat fizycznych metod osadzania cienkich warstw metodą naporowania próżniowego z wykorzystaniem wiązki laserowej, wiązki elektronów i jonów.

PEU\_W02

Ma podstawową wiedzę w zakresie opisu właściwości optycznych cienkich warstw oraz układów wielowarstwowych, takich jak: pokrycia antyrefleksyjne, filtry interferencyjne, zwierciadła metalowe i dielektryczne, dzielniki światła. Ma elementarną wiedzę potrzebną do zaprojektowania podstawowych elementów optycznych na bazie cienkich warstw.

PEU\_W03

Posiada podstawową wiedzę dotyczącą optycznych metod eksperymentalnych z zakresu fizyki cienkich warstw. Zna zasady działania przyrządów optycznych służących do charakteryzacji cienkich warstw i układów wielowarstwowych (sPEUtrofotometri, mikroskopy, elipsometri). Posiada podstawową wiedzę dotyczącą opracowania wyników pomiarów, sposobu ich analizy i oszacowania niepewności wyznaczanych wielkości. Zna zasady opracowania raportów (sprawozdań) z przeprowadzonych pomiarów.

#### **Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01

Potrafi zastosować nabytą wiedzę do wytwarzania pokryć warstwowych. Wykazuje umiejętność podstawowej inżynierskiej charakteryzacji i projektowania układów cienkowarstwowych. Posiada kompetencje w zakresie możliwości zastosowania układów cienkowarstwowych w optyce i fotonice.

PEU\_U02

Potrafi wykonać pomiary wybranych właściwości fizycznych cienkich warstw i optycznych układów wielowarstwowych oraz przeprowadzić ich analizę.

PEU\_U03

Potrafi opracować prezentację wyników badań w postaci raportu-sprawozdania.

#### **Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Potrafi pracować i realizować zadania zarówno indywidualnie, jak i zespołowo.

PEU\_K02 Potrafi korzystać z literatury naukowej. Potrafi wyszukiwać informacje oraz krytycznie je analizować.

PEU\_K03 Rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania się w aspekcie rozwoju technologicznego społeczeństwa – w tym w zakresie fizyki cienkich warstw.

PEU\_K04 Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji o istotnym znaczeniu cienkich warstw w wielu dziedzinach życia.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp. Program wykładu. Literatura. Wstęp do technologii cienkich warstw. Klasyfikacja metod otrzymywania cienkich warstw (metody fizyczne, chemiczne i cieplno-mechaniczne).	1
Wy2	Fizyczne osadzanie próżniowe cienkich warstw. Wybrane zagadnienia technologii wysokiej próżni, źródła parowania, metody monitorowania grubości cienkich warstw.	2
Wy3	Metody jonowe otrzymywania cienkich warstw. Rozpylanie katodowe, platerowanie jonowe oraz metoda „IBAD” jako przykłady otrzymywania pokryć o ekstremalnie dużej twardości.	2
Wy4	Metoda MBE. (epitaksja z wiązek molekularnych). Wybrane metody chemiczne otrzymywania cienkich warstw (elektroliza, anodyzowanie, platerowanie i elektroplaterowanie, metoda „CVD”, metoda „ALD”), osadzanie z roztworów - metoda Langmuira-Blodgett, metoda zanurzeniowa i wirowania.	2
Wy5	Podstawy optyki cienkich warstw: wzory Fresnela, stałe optyczne cienkich warstw dielektrycznych i absorbujących. Spektrofotometryczne oraz elipsometryczne metody badań cienkich warstw.	2
Wy6	Zwierciadła metalowe. Wielowarstwowe zwierciadła dielektryczne, zwierciadła laserowe. Zimne lustra. Filtry interferencyjne. Dzielniki światła.	2
Wy7	Pokrycia przeciwoodblaskowe (pojedyncze oraz układy wielowarstwowe). Metody analizy i projektowania układów wielowarstwowych.	2
Wy8	Twarde pokrycia, pokrycia antykorozyjne oraz powłoki zabezpieczające (warstwy: DLC, Me-C, BN, CN, TiN,...). Cienkie warstwy dla fotoniki oraz mikro- i nano- elektroniki. Wybrane właściwości elektryczne cienkich warstw.	2
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Otrzymywanie cienkich warstw metali i dielektryków metodą naparowania próżniowego.	3
La2	Filtry interferencyjne wąskopasmowe.	3
La3	Pomiary spektrofotometryczne cienkich warstw dielektrycznych. Wyznaczanie współczynnika załamania.	3
La4	Pomiary grubości cienkich warstw. (Interferencja dwupromieniowa i wielopromieniowa. Mikroskop interferencyjny)	3
La5	Wyznaczanie stałych optycznych cienkich warstw metali elipsometryczną metodą Szklarewskiego-Miłosławskiego	3
La6	Optyczne pomiary elipsometryczne cienkich warstw metodą Archera.	3
La7	Charakterystyki optyczne cienkowarstwowych pokryć antyrefleksyjnych na krzemie oraz na szklach okularowych.	3
Suma godzin		<b>15*</b>

\*) Studenci wykonują wybrane ćwiczenia z powyższego zestawu.

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.
- N2. Udostępnione słuchaczom materiały dydaktyczne: Wykład-zapis elektroniczny; Laboratorium - opisy do ćwiczeń na stronie internetowej [www.if.pwr.wroc.pl/fcw](http://www.if.pwr.wroc.pl/fcw).
- N3 Wykład: Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia wykładu.
- N4. Laboratorium: Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń. Opracowanie raportów (sprawozdań) z wykonanych ćwiczeń.
- N5. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01; PEU_W02	kolokwium
F2	PEU_W01; PEU_W02; PEU_W03; PEU_U03	odpowiedzi ustne i pisemne
F3	PEU_W03; PEU_U03; PEU_K02	opracowanie raportów z wykonanych ćwiczeń
Wykład: $P_w=F1$ ; Laboratorium: $P_L= 0,5 \cdot F2 + 0,5 \cdot F3$ ; $P_{\text{grupy kursów}}=0,5 \cdot P_w + 0,5 \cdot P_L$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] H. Bach and D. Krause, Thin Films on Glass, Springer-Verlag, Berlin 1997.
- [2] H.A. Macleod, Thin Film Optical Filters, Series in Optics and Optoelectronics, Taylor and Francis 2010 (lub starsze wydania).
- [3] T. Burakowski, T. Wierzchoń, Inżynieria Powierzchni metali, WNT 1995.
- [4] H.G. Tompkins and W.A. McGahan, Spectroscopic Ellipsometry and Reflectometry, J. Willey and Sons, Ltd., 1999.
- [5] J. Singh, Optical Properties of Condensed Matter and Applications, Chpt.13 (V.V. Truong and S. Tanemura, Optical Properties of Thin Films), J. Willey and Sons, Ltd., 2006.
- [6] J.L. Vossen and W.Kern, Thin Film Processes II, Acad.Press,Inc. 1991
- [7] Opisy do ćwiczeń z przedmiotu Laboratorium z Fizyki Cienkich Warstw: [www.if.pwr.wroc.pl/fcw](http://www.if.pwr.wroc.pl/fcw)
- [8] H.Fujiwara, Spectroscopic Ellipsometry. Principles and Applications, John Wiley & Sons, Ltd, 2007.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Kupczyk, Inżynieria powierzchni, Wyd. Politechniki Poznańskiej 2004,
- [2] M. Boss, Handbook of Optics, vol.4: Optical Properties of Materials, Chpt.7 (J.A. Dobrowolski, Optical Properties of Thin Films) Mc-Graw Hill Co., 2010.
- [3] A. Szwedowski, R. Romaniuk, Szkło Optyczne i Fotoniczne, WNT, 2009
- [4] B. Ziętek, Optoelektronika, Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2005.

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

**dr inż. Tadeusz Wiktorczyk, Tadeusz.Wiktorczyk@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Fizyka FT1	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Physics FT1	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna	
Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika/Nanoinżynieria	
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.3	2.0			

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza i umiejętności z matematyki na poziomie matury rozszerzonej dla szkoły średniej.
2. Wiedza dotycząca fizyki dla szkoły średniej.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1 Nabycie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki klasycznej: kinematyka, dynamika, praca, energia mechaniczna, fale mechaniczne.  
 C2 Zdobycie umiejętności rozwiązywania typowych zadań rachunkowych z zakresu: kinematyki, dynamiki, pracy, energii mechanicznej, ruchu falowego.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących kinematyki, dynamiki, pracy, energii mechanicznej, ruchu falowego, pozwalającą na rozumienie zjawisk fizycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym w rozwiązaniu problemów fizycznych dotyczących kinematyki, dynamiki, pracy, energii mechanicznej, ruchu falowego oraz potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe, ponadto potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę i konieczność ciągłego zdobywania wiedzy (zarówno samodzielnie i w grupie) m.in. w celu racjonalnego sposobu podejścia do rzeczywistości oraz potrafi przekazać informacje związane z kinematyką, dynamiką, pracą, energią mechaniczną oraz ruchem falowym.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<p>Tematy wykładów:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Świat fizyki.</li><li>2. Kinematyka ruchu punktu materialnego.</li><li>3. Dynamika punktu materialnego. Oddziaływania fundamentalne - krótka charakterystyka. Zasady dynamiki Newtona. Zasada względności Galileusza. Determinizm mechaniki klasycznej.</li><li>4. Ruch pod wpływem stałej siły, ruch z uwzględnieniem sił oporu, ruch pod wpływem siły dośrodkowej.</li><li>5. Drgania harmoniczne, drgania harmoniczne tłumione, zjawisko rezonansu.</li><li>6. Układ punktów materialnych. Zasada zachowania pędu. Impuls siły.</li><li>7. Bryła sztywna. Kinematyka ruchu obrotowego. Dynamika ruchu obrotowego.</li><li>8. Zasada zachowania momentu pędu.</li><li>9. Praca. Energia kinetyczna.</li><li>10. Siły zachowawcze. Energia potencjalna. Zasada zachowania energii. Zderzenia.</li><li>11. Ruch w polu sił centralnych. Oddziaływanie grawitacyjne. Prawa Keplera.</li><li>12. Ruch w nieinercjalnych układach odniesienia.</li><li>13. Fale mechaniczne. Fale stojące. Prędkość grupowa.</li></ol>	45

Suma godzin	<b>45</b>
-------------	-----------

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	1. Sprawy organizacyjne. Przypomnienie wiadomości dotyczących wektorów i działania na wektorach. 2. Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących kinematykę ruchu prostoliniowego. 3. Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących kinematykę ruchu krzywoliniowego. 4. Dynamika punktu materialnego - ruch pod wpływem stałej siły. 5. Dynamika punktu materialnego - ruch z uwzględnieniem siły oporu.	12
Ćw2	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 1-5)	2
Ćw3	6. Dynamika punktu materialnego - ruch pod wpływem siły sprężystości 7. Układ punktów materialnych. Zasada zachowania pędu. 8. Ruch obrotowy bryły sztywnej. Zasada zachowania momentu pędu. 9. Praca, energia kinetyczna, potencjalna. Zasada zachowania energii mechanicznej. 10. Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Przykłady ilustrujące działanie sił bezwładności.	12
Ćw4	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 6-10)	2
Ćw5	Rozwiązywanie interesujących złożonych zadań problemowych dotyczących kinematyki, dynamiki, pracy, energii mechanicznej. Podsumowanie zajęć.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny N2. Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań rachunkowych N3. Zasoby cyfrowe N4. Konsultacje N5. Praca własna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-ćw	PEU_W01, PEU_U1, PEU_K1	Dyskusje, kartkówki, kolokwia z ćwiczeń
P-wykład	PEU_W01, PEU_U1, PEU_K1	Egzamin pisemny (wykład)

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **literatura PODSTAWOWA:**

- [1] A. Wróblewski, J. Zakrzewski: Wstęp do Fizyki, tom 1-2, Warszawa 1991
- [2] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, T1,2, PWN, 2003.
- [3] J. Orear, *Fizyka* t.1, WNT, 1993.
- [4] R.P. Feynman, *Feynmana wykłady z fizyki*. T.1 część 1,2, PWN, 1971.
- [5] K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, *Zadania z rozwiązaniami*, Oficyna Wydawnicza Scripta, 2000.

### **literatura UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] F.C. Crawford, *Fale*, PWN, 1972.
- [2] H.D. Young, R.A. Freedman, *University Physics*, Addison-Wesley, 2000.
- [3] S.B. Cahn, G.D. Mahan, B.E. Nadgorny, *A Guide to Physics Problems*, Part 1, Kluwer, 2004

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

dr hab. Krzysztof Ryczko, prof. uczelni (krzysztof.ryczko@pwr.wroc.pl)



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Fizyka FT2	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Physics FT2	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Fotonika/Nanoinżynieria	
<b>Poziom i forma studiów:</b> I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
<b>Kod przedmiotu</b> .....	
<b>Grupa kursów</b> TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.3	3.0			

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza i umiejętności z zakresu kursu Fizyka FT1
2. Wiedza i umiejętności z zakresu analizy matematycznej FT1 i algebry FT1.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1 Nabycie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki klasycznej: elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetyzm i fale elektromagnetyczne.

C2 Zdobycie umiejętności rozwiązywania typowych zadań rachunkowych z zakresu: elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetyzm i fale elektromagnetyczne.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczącą elektrostatyki, prądu elektrycznego, magnetyzmu i fal elektromagnetycznych, pozwalającą na rozumienie zjawisk fizycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym w rozwiązaniu problemów fizycznych dotyczących elektrostatyki, prądu elektrycznego, magnetyzmu i fal elektromagnetycznych oraz potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe, ponadto potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę i konieczność ciągłego zdobywania wiedzy (zarówno samodzielnie i w grupie) m.in. w celu racjonalnego sposobu podejścia do rzeczywistości oraz potrafi przekazać informacje związane z elektrostatyką, prądem elektrycznym, magnetyzmem i falami elektromagnetycznymi.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do kursu: Fizyka FT2.	1
Wy2	Elektrostatyka. Prawo Coulomba. Zasada superpozycji. Dipol w polu elektrycznym. Strumień pola elektrycznego. Prawo Gaussa.	6
Wy3	Potencjał pola elektrycznego.	3
Wy4	Przewodniki w polu elektrycznym. Pojemność elektryczna. Pojemność układu przewodników. Kondensatory. Energia układu przewodników. Energia pola elektrycznego.	4
Wy5	Dielektryk w polu elektrycznym. Polaryzacja dielektryka.	5
Wy6	Ruch w polu elektrostatycznym.	1
Wy7	Prąd elektryczny stały.	5
Wy8	Magnetostatyka.	3
Wy9	Ruch ładunku w polu magnetostaticznym.	2
Wy10	Siła magnetyczna działająca na przewodnik z prądem. Dipolowy moment magnetyczny.	2
Wy11	Indukcja elektromagnetyczna.	3
Wy12	Równania Maxwella. Fale elektromagnetyczne.	6
Wy13	Obwody prądu zmiennego. Układ RLC.	3
Wy14	Magnetyzm materii.	1
	Suma godzin	<b>45</b>

Forma zajęć - ćwiczenia	Liczba godzin
-------------------------	---------------

Ćw1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sprawy organizacyjne. Wiadomości dotyczące analizy wektorowej.</li> <li>2. Prawo Coulomba. Zastosowanie zasady superpozycji pola. Dipol w polu elektrycznym.</li> <li>3. Rozwiązywanie problemów na zastosowanie prawa Gaussa. Potencjał pola elektrycznego.</li> <li>4. Kondensatory. Ruchu ładunku elektrycznego w polu elektrycznym.</li> <li>5. Stały prąd elektryczny. Obwody elektryczne.</li> </ol>	19
Ćw2	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 1-5)	2
Ćw3	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Pole magnetyczne. Ruch ładunku elektrycznego w polu magnetycznym.</li> <li>7. Zastosowania prawa Faraday'a.</li> <li>8. Analiza obwodów prądu zmiennego.</li> <li>9. Fale elektromagnetyczne.</li> </ol>	19
Ćw4	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 6-9)	2
Ćw5	Rozwiązywanie interesujących złożonych zadań problemowych dotyczących: elektryczności i magnetyzmu. Podsumowanie zajęć.	3
	Suma godzin	<b>45</b>

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład tradycyjny  
N2. Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań rachunkowych  
N3. Zasoby cyfrowe  
N4. Konsultacje  
N5. Praca własna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-ćw	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Dyskusje, kartkówki, kolokwia z ćwiczeń
P-wykład	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Egzamin pisemny (wykład)

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Wróblewski, J. Zakrzewski: Wstęp do Fizyki, tom 1-2, Warszawa 1991
- [2] J. Orear, *Fizyka* t.1,2, WNT, 1993.
- [3] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, T 2,3,4, PWN, 2003.
- [4] R.P. Feynman, *Feynmana wykłady z fizyki*. T.1, 2, PWN, 1971.
- [5] D.J. Griffiths, *Podstawy elektrodynamiki*, WN PWN, Warszawa 2001.
- [6] K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, *Zadania z rozwiązaniami*, część II, Oficyna Wydawnicza Scripta, 1999

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] H.D. Young, R.A. Freedman, *University Physics*, Addison-Wesley, 2000.
- [2] E.M Purcell, *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, 1975.

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

dr hab. Krzysztof Ryczko, prof. uczelni (krzysztof.ryczko@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Fizyka FT3</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Physics FT3</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
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	<b>3</b>	<b>3</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5	2.0			

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z zakresu kursu Fizyka II
2. Praktyczne opanowanie analizy matematycznej z I semestru studiów

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów optyka, fizyka współczesna: podstawy teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego, fizyki cząstek elementarnych.
- C2 Zdobycie praktycznej umiejętności rozwiązywania typowych zadań rachunkowych z zakresu optyki, fizyki współczesnej: teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego.
- C3 Nabycie i utrwalanie kompetencji społecznych, takich jak: odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 rozumie znaczenie fizyki dla postępu nauk przyrodniczych i technicznych, dla poznania świata oraz dla rozwoju cywilizacyjnego w zakresie osiągnięć technicznych

PEU\_W02 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących optyki, fizyki współczesnej: teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego, fizyki cząstek elementarnych, pozwalającą na rozumienie podstawowych zjawisk; zna zasady budowy i działania aparatury używanej w pomiarach fizycznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym z zakresu matematyki elementarnej i wyższej w rozwiązywaniu problemów fizycznych dotyczących optyki, fizyki współczesnej: teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe i potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę i konieczność ciągłego dokształcania się, w tym samokształcenia, zarówno samodzielnie i w grupie; rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji dotyczących osiągnięć fizyki; potrafi przekazać takie informacje; rozumie potrzebę popularyzacji fizyki

PEU\_K02 rozumie wpływ rozwoju fizyki na środowisko naturalne i społeczeństwo; potrafi rozstrzygnąć dylematy związane z wykonywaniem zawodu, postępuje etycznie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Optyka geometryczna i optyka falowa	4
Wy2	Promieniowanie termiczne. Ciało doskonale czarne. prawo przesunięć Wiena. Prawa Stefana. Prawo Rayleigha - Jeansa promieniowania ciała doskonale czarnego. Teoria Plancka promieniowania ciała doskonale czarnego. Wzór Plancka. Zastosowanie prawa promieniowania w termometrii.	4
Wy3	Elementy optyki kwantowej. Zjawisko fotoelektryczne. Efekt Comptona. Promienie rentgenowskie. Dualizm falowo-korpuskularny cząstek materialnych.	4
Wy4	Widma atomowe. Model atomu Thomsona. Model atomu Bohra. Mechanika falowa. Równania Schrödingera. Sens fizyczny funkcji falowej. Zasada nieoznaczoności.	4
Wy5	Atomy wieloelektronowe. Liczby kwantowe. Zasada Pauliego. Spin elektronu. Układ okresowy pierwiastków. Reguły Hunda.	4
Wy6	Elementy fizyki ciała stałego. Sieć krystaliczna. Pasma energetyczne. Metale. Półprzewodniki.	4

Wy7	Wstęp do fizyki jądra atomowego. Promieniotwórczość. Elektrownia atomowa.	4
Wy8	Cząstki elementarne.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Sprawy organizacyjne. Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących zagadnienia optyki geometrycznej.	2
Ćw2	Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących zagadnienia dotyczące elementów optycznych.	4
Ćw3	Rozwiązywanie zadań rachunkowych związanych z optyką falową.	4
Ćw4	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów.	2
Ćw5	Zadania rachunkowe dotyczące fizyki współczesnej – model ciała doskonale czarnego, fotoefekt, efekt Comptona.	6
Ćw6	Zadania rachunkowe dotyczące fizyki współczesnej - atom Bohra w zadaniach.	6
Ćw7	Proste przykłady zastosowania równania Schroedingera dla stanów stacjonarnych.	4
Ćw8	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny N2. Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań rachunkowych N3. Zasoby cyfrowe N4. Konsultacje N5. Praca własna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P-ćw	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02	Odpowiedzi ustne, dyskusje, kolokwia cząstkowe z ćwiczeń
P-wykład	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01, PEU_K02.	Egzamin pisemny (wykład)

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, T. 5, PWN, 2003
- [2] F. Reif, *Fizyka statystyczna*, PWN, 1971
- [3] J. Orear, *Fizyka t.2*, WNT, 1993
- [4] R.P. Feynman, *Feynmana wykłady z fizyki*. T. 2, PWN, 1971.
- [5] K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, *Zadania z rozwiązaniami*, część II, Oficyna Wydawnicza Scripta, 1999

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] H.D. Young, R.A. Freedman, *University Physics*, Addison-Wesley, 2000.
- [2] K. Chłędowska, R. Sikora, *Wybrane problemy fizyki z rozwiązaniami*. Część 2, Oficyna wydawnicza politechniki rzeszowskiej, 2010.
- [3] S.B. Cahn, G.D. Mahan, B.E. Nadgorny, *A Guide to Physics Problems*, Part 2, Kluwer, 2004.

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

Dr hab. inż. Joanna Jadczyk, prof. ucz., joanna.jadczyk@pwr.edu.pl



<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Fizyka magnetyków	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Physics of magnetics	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Nanoinżynieria	
<b>Poziom i forma studiów:</b> <del>I / II</del> -stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del> , stacjonarna / <del>niestacjonarna*</del>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> <del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany*</del>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b> <del>TAK</del> / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / 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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

Znajomość podstaw klasycznej elektrodynamiki, mechaniki kwantowej i kwantowej fizyki statystycznej

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie się z mechanizmami porządku magnetycznego i wzbudzeniami w ośrodkach magnetycznych

C2 Zapoznanie się z uporządkowaniem i dynamiką magnetyzacji w warstwach, drutach, kropkach i wielowarstwach magnetycznych

C3 Zebranie wiedzy na temat przepływu spinu i ładunku przez układy magnetyczne

C4 Zebranie wiedzy na temat technik zapisu/odczytu magnetycznego i magneto-sensoryki

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zdobycie wiedzy o najważniejszych oddziaływaniach spinowych i związanych z nimi uporządkowaniach magnetycznych (dot. K1FTE\_W05)

PEU\_W02 Zaznajomienie się z najważniejszymi topologicznymi strukturami magnetycznymi (ściany domenowe, wiry, skyrmiony) i ich dynamiką (dot. K1FTE\_W05)

PEU\_W03 Zdobycie wiedzy o zastosowaniach różnego typu magnetyków w różnorodnych technologiach (dot. K1FTE\_W08, K1FTE\_W10)

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Rozwinięcie umiejętności w zakresie efektywnego modelowania makroskopowych układów fazy stałej w oparciu o symetrię i złożoność oddziaływań mikroskopowych (dot. K1FTE\_U11)

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zdobycie świadomości przekrywania się różnych technologii opartych na magnetyzmie i ich wzajemnego oddziaływania na swój rozwój oraz rozwój wiedzy fizycznej (dot. K1FTE\_K01, K1FTE\_K06)

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<u>Model Heisenberga izolatorów magnetycznych</u> : wymiana bezpośrednia w przybliżeniu Heitlera-Londona, stany podstawowe ferromagnetyka i antyferromagnetyka Heisenberga (oszacowanie Andersona energii antyferromagnetyka), Zależność temperaturowa magnetyzacji i podatności magnetycznej magnetyków Heisenberga w ramach podejścia średniego pola, siła oddziaływania dipol-dipol a oddziaływania wymiennego, problemy zastosowania izolatorów magnetycznych: miękkie i twarde magnetyki, straty w konwersji mocy wynikające z histerezy ferromagnetycznej oraz generacji prądów kołowych (ferryty jako materiały elektrotechniczne), fale spinowe w ferromagnetyku i antyferromagnetyku Heisenberga, termodynamika fal spinowych (prawo „3/2” Blocha), oddziaływania magnon-magnon.	3
Wy2	<u>Modele słabego wiązania metali magnetycznych</u> : paramagnetyzm Pauliego, zależność temperaturowa magnetyzacji i podatności magnetycznej w ramach teorii średniego pola ferromagnetyzmu wędrownego Blocha i Stonera, fale spinowe i wzbudzenia Stonera w ferromagnetyku wędrownym, uporządkowanie typu fali gęstości spinowej a osobliwości powierzchni Fermiego (np. w Cr, CrFe, CrSi)	3
Wy3	<u>Magnetyzm atomów i jonów sieci krystalicznej</u> : wewnątrzwęzłowe oddziaływania wymienne i wewnątrzwęzłowe oddziaływanie spin-orbita elektronów, sprzężenie Russella-Saundersa, reguły Hunda, moment magnetyczny jonu i czynnik Landego, pochodzenie magnetycznej anizotropii jednojonowej (pole krystaliczne i efekty spinowo-orbitalne w jonach miedzi ziem rzadkich i metali przejściowych), anizotropowy paramagnetyzm van Vleck’a lantanowców.	2

Wy4	<u>Modele ciasnego wiązania (Hubbarda) metali magnetycznych:</u> hamiltonian Hubbarda, równoważność ferromagnetyzmu w modelach Hubbarda i Stonera, granica silnego sprzężenia w modelu Hubbarda i wymiana kinetyczna (przybliżenie dimera spinowego), przejście Motta metal-izolator, nadwymiana (np. w izolatorach Motta VO <sub>2</sub> , MoO <sub>2</sub> itp.) i reguły Goodenough-Kanamori, nadwymiana z degeneracją orbitali: anizotropowa wymiana (łańcuchy spinowe w np. CuF <sub>2</sub> , KCuF <sub>3</sub> ) i Jahn-Teller'a dystorsje sieci krystalicznej.	3
Wy5	<u>Magnetyki rozrzedzone i samo-domieszkowane:</u> sprzężenie nadsubtelne, sprzężenie s-d i oddziaływanie RKKY, szkła spinowe i fazy częściowo uporządkowane z oddziaływaniami RKKY w metalicznych roztworach stałych (np. krystaliczne Au-Fe, Cu-Mn, Eu-SrS i amorficzne Fe-Mn, Ni-Mn, Fe-Zr), ferromagnetyzm w rozrzedzonych półprzewodnikach magnetycznych (III-Mn-V, Zn-Mn-O), frustracja spinowa w rozrzedzonych półprzewodnikach magnetycznych z nadwymianą (II-Mn-VI), oddziaływanie Zenera (podwójna wymiana) w półmetalach rozrzedzonych (np. (La-Sr)MnO <sub>3</sub> , (La-Ca)MnO <sub>3</sub> ) i samodomieszkowanych (np. CrO <sub>2</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ), Oddziaływanie Dzyaloshinskii-Moriya w magnetykach domieszkowanych ciężkimi jonami.	3
Wy6	<u>Podstawy mikromagnetyzmu i magnoniki:</u> opis ciągły ferromagnetyków i antyferromagnetyków (energia wymiany, anergie anizotropii jednoosiowej i kubicznej, energia oddziaływań dipol-dipol i czynniki demagnetyzacji), histereza cząstki ferromagnetycznej w ramach modelu Stoner-Wohlfarth, domeny ferromagnetyczne, opis ciągły fal spinowych w ferromagnetyku i antyferromagnetyku	3
Wy7	<u>Makroskopowe struktury topologiczne:</u> struktura i wymuszona polem magnetycznym dynamika ferromagnetycznych ścian domenowych w jednym wymiarze, poprzeczna anizotropia magnetyczna w warstwach magnetycznych, bańki i skyrmiony ferromagnetyczne, wiry w kropkach miękko-magnetycznych, wiry modelu XY w dwóch wymiarach i przejście fazowe Berezinskii-Kosterlitz-Thouless, wewnętrzkrystaliczne i powierzchniowe oddziaływania Dzyaloshinskii-Moriya i struktury chiralne (np. sieci skyrmionowe w MnSi, MnGe, FeGe, chiralne ściany domenowe).	3
Wy8	<u>Kręt transferu spinu:</u> przepływ prądu spinowego przez zawór spinowy (pięć-warstwę) i kręt Slonczewskiego, kręt transferu spinu w ścianie domenowej i wymuszony prądem ruch ściany domenowej, wymuszony prądem ruch wiru magnetycznego, spintroniczne nanooscyłatory i nanooscyłatory na wirach magnetycznych (geometrie zaworu spinowego, magnetycznego złącza tunelowego, kontaktu punktowego) dla generacji mikrofal, spintroniczne nanooscyłatory z warstwą antyferromagnetyczną dla generacji fal THz.	3
Wy9	<u>Podstawy magnetycznego zapisu informacji:</u> początki zapisu magnetycznego, zapis podłużny i poprzeczny, magnetyki permanentne i efekt sprężyny wymiennej w magnetykach i strukturach magnetycznych, rozwój głowic odczytujących, nowe koncepcje zapisu: dachówkowa struktura domen, zapisywanie wspomagane energetycznie, „wzorzyste” struktury bitów, magnetyczne pamięci RAM: STT-MRAM, pamięć typu ścieżki ścian domenowych, ścieżka	1

	ścian domenowych z efektem spin-Hall, pamięć typu ścieżki skyrmionów.	
Wy10	<u>Magnetosensoryka</u> : anizotropowa magnetorezystancja (AMR) i sensor typu „barber pole”, sprzężenie RKKY warstwowych makrospinów i gigantyczna magnetorezystancja (GMR), tunelowa magnetorezystancja (TMR) – model Juliere, rola półmetali, gigantyczna magnetoimpedancja (GMI), sensory oparte na ruchu ściany domenowej, magnetostrykcja i sensory magnetostrykcyjne: materiały wyskomagnetostrykcyjne (np. Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Fe-Al) oraz z gigantyczną magnetostrykcją (np. Fe <sub>2</sub> RE, Fe-Ga, Fe <sub>3</sub> Pt), multiferroiki (BiFeO <sub>3</sub> ) i materiały magnetoelektryczne (np. REMnO <sub>3</sub> ), multiferroiczne kompozyty i laminaty	3
Wy11	<u>Spin-orbitronika</u> : efekt spin-Hall, magnetorezystancja struktur z efektem spin-Hall, kręty spinowo-orbitalne (kręt spin-Hall, kręt Rashby) w ścianach domenowych i skyrmionach.	1
Wy12	<u>Test zaliczeniowy</u>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z użyciem prezentacji komputerowej i tablicy  
N2. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-W03	Test końcowy
F2	PEU_U01, PEU_K01	Test końcowy
P=F1+F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. Nolting, A. Ramakanth, „Quantum theory of magnetism”, Springer 2009  
[2] A. P. Guimeares, „Principles of Nanomagnetism”, Springer 2009

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Solyom, „Fundamentals of the Physics of Solids. Volume 1 – Structure and Dynamics”, Springer 2007  
[2] A. Hirohata, et al., „Review on spintronics: Principles and device applications”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 509 (2020) 166711

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

**Dr hab. inż. Andrzej Janutka, andrzej.janutka@pwr.edu.pl**

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Fizyka półprzewodników</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>Physics od semiconductors</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Fizyka Techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria/Fotonika</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		100		
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5		3.0		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej i fizyki ciała stałego
2. Umiejętność posługiwania się aparatem algebry liniowej i analizy matematycznej
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie zaawansowanej wiedzy z zakresu obliczeń struktury pasmowej ciał stałych
- C2 Nabycie zaawansowanej wiedzy z zakresu transportu nośników prądu w ciałach stałych
- C3 Poznanie metod badań ciał stałych umieszczonych w zewnętrznych polach elektrycznych i magnetycznych
- C4 Poznanie własności niektórych półprzewodników o specyficznych własnościach fizycznych: półprzewodniki półmagnetyczne i ferromagnetyczne

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - zna podstawowe koncepcje, zasady, modele teoretyczne oraz metody pomiarowe fizyki ciała stałego

Z zakresu umiejętności:

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - rozumie potrzebę samokształcenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Procesy rozpraszania nośników prądu w ciałach stałych. Równanie Boltzmiana	2
Wy 2	Pojęcie czasu relaksacji nośników prądu	2
Wy 3	Prawo Ohma w ujęciu mikroskopowym	2
Wy4	Efekt Halla - klasyczny i kwantowy. Magnetoopór	2
Wy 5	Zjawiska optyczne związane ze swobodnymi nośnikami.	2
Wy6	Równanie Boltzmiana zależne od czasu. Zespolony współczynnik przewodnictwa	2
Wy 7	Równania Maxwella. Zespolony współczynnik załamania	2
Wy 8	Współczynnik ekstynkcji i absorpcji. Energetyczny aspekt absorpcji fali elektromagnetycznej	2
Wy 9	Odbicie metaliczne Zależność stałych optycznych od częstości drgań fali elektromagnetycznej	2
Wy 10	Przybliżenie oscylatorów harmoniczych	2
Wy11	Rezonans cyklotronowy. Efekt Faradaya	2
Wy 12	Wpływ zewnętrznego pola magnetycznego na własności fizyczne ciał stałych. Poziomy Landaua. Oscylacje Shubnikowa-de Haasa	2
Wy13	Oddziaływanie fali elektromagnetycznej z materią – opis kwantowy. Reguływyboru	2
Wy14,	Główna krawędź absorpcji. Przejścia proste i skośne w przestrzeni Brillouina	2
Wy15	Wpływ silnego pola magnetycznego na własności spektroskopowe ciał stałych.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia wprowadzające. Przedstawienie tematyki zajęć laboratoryjnych. Zapoznanie z zasadami BHP. Omówienie sposobu wykonywania ćwiczeń i sprawozdań.	3
Lab2	Wyznaczanie koncentracji nośników i szerokości przerwy energetycznej w germanie z pomiarów temperaturowej zależności współczynnika Halla i przewodności elektrycznej	3
Lab 3	Pomiar magneto-oporności bizmutu	3
Lab 4	Wyznaczanie czasów życia nośników w półprzewodnikach	3
Lab 5	Badanie widm odbicia ciał stałych w zakresie średniej podczerwieni od 900 do 1600 nm	3
Lab 6	Dyskusja i ocena sprawozdań	3
Lab 7	Absorpcja światła w półprzewodnikach. Wyznaczanie krawędzi absorpcji podstawowej	3
Lab 8	Pomiar współczynnika odbicia światła w strukturach studni kwantowych GaAs/AlGaAs. Wyznaczenie podstawowych parametrów materiałowych	3
Lab 9	Badania temperaturowej zależności fotoluminescencji ze półprzewodnikowych struktur kwantowych o obniżonej wymiarowości	3
Lab 10	Badania widm rozproszenia Ramana w ciałach stałych	3
Lab 11	Dyskusja i ocena sprawozdań	3
Lab 12	Wyznaczanie grubości warstw grafenu i chalcogenków metali przejściowych w pomiarach mikroskopią sił atomowych	3
Lab 13	Wyznaczanie osi głównych kryształu w pomiarach spektroskopowych	3
Lab 14	Badanie widm absorpcji ciał stałych w zakresie średniej podczerwieni od 900 do 1600 nm	
Lab 15	Podsumowanie zajęć. Dyskusja i ocena sprawozdań	3
	Suma godzin	<b>45</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2. Wykład – częściowo udostępniony w sieci zapis elektroniczny
N3. Zajęcia w laboratorium – dyskusja sposobów wykonania pomiarów, opracowania i interpretacji wyników pomiarów
N4. Konsultacje
N5. Praca własna – przygotowanie seminarium, do wykładu i egzaminu

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1 (wykład)	PEU_W01	Wykład - Egzamin
P = F1		
F1 (laboratorium)	PEU_U01, PEU_K01	Ocena ze sprawozdań
P = F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. P. Y. Yu, M. Cardona, *Fundamentals of Semiconductors*, Springer-Verlag, Berlin, 1996
2. H. Ibach, H. Luth, *Fizyka Ciała Stałego*, PWN, Warszawa, 1996
3. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Fizyka Ciała Stałego*, PWN, Warszawa, 1986
4. L. Bryja, J. Jadczyk, *Theory of Condensed Matter*, Politechnika Wrocławska 2012
5. L. Bryja, J. Jadczyk, K. Ryczko, *Matter Radiation Interaction*, Politechnika Wrocławska 2012

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. W. A. Harrison, *Electronic Structure and the Properties of Solids, The Physics of Chemical Bonds*, W.H. Freeman and Company, San Francisco 1980.
2. L. Sosnowski, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, część I, II, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1984

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

**Prof. dr hab. inż. Leszek Bryja, Leszek.Bryja@pwr.edu.pl – wykład**

**Prof. dr hab. inż. Joanna Jadczyk, Joanna.Jadczyk@pwr.edu.pl – seminarium**



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Fizyka statystyczna i termodynamika</i>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Statistical Physics and Thermodynamics</i>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <i>Fizyka Techniczna</i>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <i>Nanoinżynieria</i>	
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del>, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK/ NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	75			
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	2	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5	2.0			

\*niepotrzebne skreślić

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

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. Analiza matematyczna
2. Algebra
3. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
4. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki kwantowej

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu metod mechaniki statystycznej oraz ich związków z termodynamiką
- C2 Nabycie wiedzy na temat możliwych stosowanych opisów układów klasycznych i kwantowych
- C3 Nabycie wiedzy w zakresie tworzenia i rozwiązywania statystycznych modeli gazów klasycznych i kwantowych
- C4 Nabycie wiedzy na temat podstawowych własności termodynamicznych układów klasycznych i kwantowych
- C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie różnych modeli fizyki statystycznej opisujących zjawiska termodynamiczne

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna zasady termodynamiki, rozumie metody wyznaczania wielkości termodynamicznych dla układów równowagowych oraz potrafi uzasadnić ograniczenia i równoważność stosowanych metod

PEU\_W02 zna i rozumie pojęcia zespołów statystycznych, równoważności stosowanych opisów oraz umie je odnieść do badanych układów klasycznych i kwantowych

PEU\_W03 zna modele podstawowych układów – wybranych gazów klasycznych i kwantowych oraz ich własności termodynamiczne, relacjonuje zachodzące zjawiska i własności opisujących je wielkości

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

PEU\_K02 ma znajomość aparatu fizyki statystycznej w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych zagadnień

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia: parametry termodynamiczne, równanie stanu, wielkości ekstensywne i intensywne, funkcje stanu, procesy kwazistatyczne., Zerowe prawo termodynamiki” i temperatura empiryczna. I zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna i entalpia.	2
Wy2	III zasada termodynamiki. Twierdzenie Carnota o sprawności silników cieplnych. Definicja skali temperatur Kelvina. Twierdzenie Clausiusa. Definicja entropii. Entropia jako funkcji stanu. Warunki równowagi termodynamicznej	4
Wy3	Potencjały termodynamiczne dla układów o zmiennej liczbie cząstek i definicja potencjału chemicznego. Wielkości parcjalne (cząstkowe). Potencjał chemiczny jako parcjalny cząstkowy potencjał Gibbsa.	2
Wy4	Warunki równowagi termodynamicznej w układach	2

	wielofazowych i wieloskładnikowych. Reguła faz Gibbsa. Klasyfikacje Ehrenfesta przejść fazowych. Cechy charakterystyczne przejść fazowych pierwszego i drugiego rodzaju.	
Wy5	Przestrzeń fazowa, ergodyczność, funkcja rozkładu, entropia, równanie Liouville'a	3
Wy6	Rozkłady mikrokanoniczny: funkcja rozkładu, entropia, temperatura.	2
Wy7	Rozkład kanoniczny: wyprowadzenie z rozkładu mikrokanonicznego, suma statystyczna, fluktuacje energii, rozkład kanoniczny dla gazu klasycznych cząstek nieoddziałujących (równanie stanu gazu doskonałego i jego energia wewnętrzna), zasada ekwipartycji energii.	3
Wy8	Wielki rozkład kanoniczny: wyprowadzenie z rozkładu mikrokanonicznego, suma statystyczna, fluktuacje liczby cząstek, rozkład kanoniczny dla gazu klasycznych cząstek nieoddziałujących: potencjał chemiczny.	3
Wy9	Operator statystyczny, stany czyste i mieszane, entropia	3
Wy10	Rozkład kanoniczny: operator statystyczny i maksimum entropii	1
Wy11	Wielki rozkład kanoniczny: operator statystyczny i maksimum entropii	1
Wy12	Cząstki nierozróżnialne: fermiony i bozony, Rozkłady Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina	2
Wy13	Kondensacja Bosego-Einsteina	3
		<b>30</b>
<b>Forma zajęć - Ćwiczenia</b>		Liczba godzin
Ćw1	Wybrane relacje i tożsamości termodynamiczne dla procesów kwazistatycznych	6
Ćw2	Wzór Stirlinga, rozkład mikrokanoniczny w układzie zamkniętym dwustanowym, równowaga termodynamiczna w układzie otwartym dwustanowym, rozkład mikrokanoniczny dla nieoddziałujących cząstek klasycznych.	6
Ćw3	Rozkład Maxwella-Boltzmanna: wyprowadzenie z rozkładu kanonicznego i zastosowania.	6
Ćw4	Operator statystyczny: dowody wybranych własności i tożsamości, rozkłady Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina, własności kondensatu Bosego-Einsteina.	6
Ćw5	Model Isinga: rozwiązania dla łańcucha, przybliżenie średniego pola, algorytm Metropolis.	6
		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykłady problemowe – metoda tradycyjna
2. Wykład – udostępniony w sieci zapis elektroniczny
3. Ćwiczenia problemowe z przeliczeniami – metoda tradycyjna

4. Ćwiczenia problemowe, uzupełnienia – prezentacje multimedialne
5. Konsultacje
6. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń
7. Samodzielne przygotowanie prezentacji podanego zagadnienia - wykorzystanie aktualnej literatury przedmiotu

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01, PEU_K02	Egzamin pisemny
P=F1 (zaliczenie ćwiczeń), P=F2 (ocena z wykładu)		

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. K. Huang, Podstawy fizyki statystycznej
2. A.I. Anselm, Podstawy fizyki statystycznej i termodynamiki
3. K. Gumiński, Termodynamika
4. K. Sznajd-Weron, Wstęp do fizyki statystycznej – skrypt

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. L.D. Landau, E.M. Lifszyc, Fizyka Statystyczna tom 5, PWN 2012

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

**Prof. Marcin Mierzejewski, marcin.mierzejewski@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Fotometria i kalorymetria</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Photometry and colorimetry</b>	
<b>Kierunek studiów: FIZYKA TECHNICZNA</b>	
<b>Specjalność:</b>	<b>Fotonika</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,0		1,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza z zakresu optyki w ramach kursu fizyki ogólnej (WIEDZA)
2. Umiejętność opracowania wyników przeprowadzonych pomiarów (UMIEJĘTNOŚĆ).

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie umiejętności zdefiniowania podstawowych wielkości fotometrycznych oraz ich jednostek.
- C2 Znajomość podstawowych praw i zależności fotometrii.
- C3 Wiedza na temat podstawowych technik i metod, stosowanych w fotometrii.
- C4 Nabycie umiejętności zastosowania technik fotometrycznych do pomiarów wybranych wielkości fotometrycznych.
- C5 Poznanie mechanizmów widzenia barwnego
- C6 Zaprezentowanie i porównanie sposobów opisu barwy światła.
- C7 Przedstawienie praw dotyczących rachunku barw.

C8 Zaprezentowanie i klasyfikacja technik kolorymetrycznych i metod pomiaru barwy.  
C9 Przedstawienie zastosowań pomiaru i opisu barwy w technice i przemyśle.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### **Z zakresu wiedzy:**

- PEK\_W01 podstawową wiedzę dotyczącą podstaw fizjologicznych fotometrii i kolorymetrii, w tym budowa oka ludzkiego.
- PEK\_W02 szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat podstawowych wielkości radio- i fotometrycznych oraz ich jednostek.
- PEK\_W03 poszerzoną wiedzę na temat podstaw fizycznych radio-, foto- i kolorymetrii.
- PEK\_W04 szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat wybranych metod, technik i przyrządów używanych w pomiarach fotometrycznych i kolorymetrycznych oraz ogólnych zasad przeprowadzania tych pomiarów.
- PEK\_W05 poszerzoną wiedzę na temat specjalnych pomiarów świetlnych.
- PEK\_W06 podstawową wiedzę na temat odbiorników fizycznych stosowanych w fotometrii i kolorymetrii.
- PEK\_W07 podstawową wiedzę dotyczącą historii opisu barw z uwzględnieniem atlasów barw.
- PEK\_W08 szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat teorii widzenia barwnego i ich poprawności w świetle najnowszych badań.
- PEK\_W09 podstawową wiedzę na temat wad postrzegania barw, ich detekcji i opisu przy wykorzystaniu układów barw.
- PEK\_W10 szczegółową wiedzę na temat cech psychofizycznych barwy używanych we współczesnych układach barw.
- PEK\_W11 szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat ogólnych zasad przedstawiania barw na płaszczyźnie i w przestrzeni i związków między nimi.
- PEK\_W12 poszerzoną wiedzę o układach barw: ich założeniach teoretycznych, parametrach opisu, sposobach przedstawienia i związkach z innymi układami.
- PEK\_W13 poszerzoną wiedzę na temat rodzajów źródeł światła używanych w pomiarach kolorymetrycznych.
- PEK\_W14 podstawową wiedzę na temat wybranych zagadnień zastosowania pomiarów kolorymetrycznych w technice i przemyśle..

#### **Z zakresu umiejętności:**

- PEK\_U01 znajomość związków między wielkościami radio- i fotometrycznymi, umiejętność ich przeliczania i zamiany jednostek.
- PEK\_U02 umiejętność rozpoznawania i zastosowania podstawowych metod i układów opisu barw.
- PEK\_U03 znajomość związków między stosowanymi układami barw oraz umiejętność przeliczania wielkości opisujących barwę pomiędzy układami.
- PEK\_U04 znajomość podstawowych technik i przyrządów używanych w pomiarach fotometrycznych i umiejętność przeprowadzania podstawowych pomiarów fotometrycznych i kolorymetrycznych.
- PEK\_U05 umiejętność zastosowania odpowiednich źródeł i detektorów z pomiarach foto- i kolorymetrycznych.
- PEK\_U06 umiejętność oceny przydatności poznanych metod i technik pomiarowych do konkretnego zadania o charakterze praktycznym oraz wybranie odpowiedniego narzędzia i metody pomiarowej..

#### **Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 zrozumienie potrzeby ciągłego samodoształcania, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technik pomiarowych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny.

PEK\_K02 umiejętność określenia priorytetów w realizacji zadania pomiarowego i określeniakolejności realizacji odpowiednich jego etapów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie (treść wykładu, literatura, warunki zaliczenia). Zadania radio- i fotometrii. Podstawy fizjologiczne fotometrii (budowa oka ludzkiego; prawa fizjologiczne ważne dla fotometrii).	2
Wy2	Podstawowe wielkości radio- i fotometryczne (jednostki energetyczne i świetlne). Prawa i zależności fotometrii (Lamberta, fotometryczne, prawa odległości).	2
Wy3	Podstawy fotometrii wzrokowej i fizycznej (metody: wzrokowe, filtru, odchyłowa, zrównania; zasady: migotania, kontrastu).	2
Wy4	Prawa promieniowania ciała czarnego (rozkład Plancka; prawa: Kirchhoffa, Stefana-Boltzmana, Wiena). Temperatura rozkładu widmowego, temperatura barwowa. Pojęcie wzorca świetlnego. Metody osłabiania w fotometrii.	4
Wy5	Podstawowe pomiary radio- i fotometryczne (pomiar światłości, luminancji, wyznaczanie przestrzennego rozkładu światła; pomiar strumienia świetlnego; fizyczny pomiar natężenia oświetlenia; pomiar ilości światła).	2
Wy6	Specjalne pomiary świetlne (pomiary w kuli Ulbrichta; pomiar współczynnika luminancji; pomiary przepuszczalności; pomiary świetlne projektorów). Fotometria kartograficzna.	2
Wy7	Właściwości odbiorników fizycznych stosowanych w fotometrii (fotokomórki, ogniwa fotoelektryczne; fotopowielacze).	2
Wy8	Kolorymetria: wprowadzenie historyczne (poglądy intuicyjne; poglądy empiryczne; modele XIV-XIX-wieczne). Atlas barw Munsella.	2
Wy9	Mechanizmy widzenia barwnego oka (rodzaje receptorów; teoria Younga-Helmholtza i Heringa; kontrast chromatyczny i achromatyczny; dwu- i trzywariantowy system widzenia ssaków; kontrast równoczesny; wady postrzegania barw; testy Ishihary).	2
Wy10	Opis barwy; cechy psychofizyczne barwy; prawo Webera-Fechnera; indukcja przestrzenna i czasowa; elementy fotometrii; widmo bodźca a wrażenie barwne.	2

Wy11	Mieszanie barw (addytywne równoczesne i następcze; subtraktywne); metameryzm; prawa Grassmana. Jednostka trójchromatyczna; równanie trójchromatyczne; przestrzeń i płaszczyzna barw; przekształcenie przestrzeni i płaszczyzny barw.	2
Wy12	Układy barw (współrzędne i składowe trójchromatyczne promieniowania monochromatycznego; układ bodźców fizycznych RGB; krzywa barw widmowych; układ barw CIE 1931 (XYZ); alychne; układy CMY i CMYK	2
Wy13	Układy barw x,y,Y. Jednowymiarowe skale barw (długość fali dominującej i czystość bodźca; temperatura barwowa). Iluminanty i źródła normalne CIE. Układ CIE 1960 (u,v). Przestrzeń barw CIE 1964 (U*V*W*). Układ CIE 1976 (u',v'). Układy CIELUV i CIELAB. Miary różnicy barw.	2
Wy14	Pomiary barw (iluminanty i wzorcowe źródła światła; wskaźnik oddawania barw; warianty oświetlenia i odbicia; kula całkująca Ulbrichta; kolorymetria trój- i czterofiltrowa; techniki pomiarowe). Zastosowanie pomiarów barwy (zakresy chromatyczności światła sygnałowych, znaków powierzchniowych).	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Podstawowe pomiary fotometryczne: pomiar światłości, luminancji, natężenia oświetlenia i strumienia świetlnego.	3
La2	Pomiar i mieszanie barw.	3
La3	Podstawowe pomiary spektralne: pomiar widma emisyjnego źródeł i absorpcyjnego filtrów, obliczanie skorelowanej temperatury barwowej i współczynnika oddawania barw.	3
La4	Pomiar charakterystyki kierunkowej źródeł światła.	3
La5	Pomiar transmisyjnych i odbiciowych charakterystyk kierunkowych wybranych materiałów optycznych.	3
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)
N2. Ćwiczenia laboratoryjne – pomiar wybranych wielkości foto- i kolorymetrycznych.
N3. Konsultacje
N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń
N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))		Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	wszystkie z kategorii umiejętności	Sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia laboratoryjnego – pomiaru wybranych wielkości fotometrycznych.



P	wszystkie	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 5-7 pytań: „otwartych”: szczegółowych, dotyczących poznanych praw foto- i kolorymetrii, teorii widzenia barwnego, opisu wybranych metod pomiarowych oraz przeglądowych, dotyczących np. zestawienia wszystkich poznanych metod pomiaru danej wielkości z oceną ich stosowności i niepewności pomiarowych.
---	-----------	---

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] E. Helbig, „Podstawy fotometrii”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1975
- [2] D. Czyżewski, S. Zalewski, „Laboratorium fotometrii i kolorymetrii”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007
- [3] J. Mielicki „Zarys wiadomości o barwie”, Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki, Łódź 1997
- [4] W. Felhorski, W. Stanioch „Kolorymetria trójchromatyczna”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa 1973

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Sapożnikow, Staśkiewicz, „Fotometria teoretyczna”,

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr hab. inż. Władysław A. Woźniak** wladyslaw.wozniak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Interferometria i holografia</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Interferometry and holography</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	<del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	125				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1		2.5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Fizyka ogólna
2. Optyka geometryczna.

#### CEL PRZEDMIOTU

C1 Nabycie wiedzy w zakresie opisu podstawowych wielkości charakteryzujących interferometrię i holografie.

C2. Nabycie umiejętności w zakresie metod pomiarów interferometrycznych i tworzenia hologramów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

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

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

Z zakresu umiejętności:

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

PEU\_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:

PEU\_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. 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. Polaryzacja elektryczna, mechanizmy polaryzacji, polaryzacja spontaniczna. Klasyfikacja dielektryków, piezo, piro i ferroelektryki, ferroiki i multiferroiki.	2
Wy3	Tensorowy opis naprężeń i deformacji. 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	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 dotyczące ferroelektryków.	2
Wy7-8	Ferroelektryczne przejścia fazowe pierwszego rodzaju. Anomalie właściwości fizycznych ferroelektryków w otoczeniu przemian fazowych.	3

	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 dwójłomności wymuszonej polem elektrycznym – efekt Pockelsa. Badanie nieliniowych efektów elektrooptycznych w dielektrykach.	4
L4	Pomiary dwójłomności spontanicznej ferroelektryków.	4
L5	Badanie prostego i odwrotnego zjawiska piezoelektrycznego.	4
L6	Badanie pojemności elektrycznej układów złożonych.	4
L7	Badanie podstawowych parametrów kondensatorów płaskich.	4
L8	Seminarium podsumowujące.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

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

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	Kolokwium zaliczeniowe
P = F1		
F1 (laboratorium)	PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Ocena raportów oraz ocena prezentacji podczas seminarium podsumowującego zajęcia laboratoryjne
P = F2		

## 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).
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).

### **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. Scott, Ferroelectric Memories, Springer Series in Advanced Microelectronics 3, Berlin, Heidelberg (2000).
4. R. Blinc and B. Zeks, Soft modes in ferroelectrics and antiferroelectrics, North–Holland, (1974).
5. Wybrane artykuły przeglądowe z czasopism naukowych i popularnonaukowych.

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

Dr hab. inż. Adam Sieradzki, prof. ucz., adam.sieradzki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Komputerowe wspomaganie eksperymentu</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Computer-aided experiment</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	<del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		75		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)			X		
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		<b>2</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.4		2.4		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowe umiejętności posługiwania się komputerem.
2. Podstawowe umiejętności programowania

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z pojęciami demonstracji i symulacji fizycznych z wykorzystaniem komputera.
- C2 Zapoznanie studentów ze środowiskiem LabView i z podstawami programowania w języku graficznym LabView.
- C3 Przykłady i zastosowanie pakietu LabView w symulacjach i eksperymentach fizycznych.
- C4 Nauka projektowania i obsługi poprzez LabView prostych i zaawansowane układów elektrycznych i elektronicznych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada podstawową wiedzę o zastosowaniach pakietu LabView do obsługi demonstracji i eksperymentów fizycznych z wykorzystaniem komputera.

PEU\_W02 Posiada podstawową wiedzę dotyczącą pracy urządzeń sterowanych środowiskiem LabView (np. National Instruments MyDAQ).

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umie projektować i programować, z wykorzystaniem pakietu LabView, proste demonstracje fizyczne.

PEU\_U02 Umie oprogramować, z wykorzystaniem pakietu LabView, proste urządzenia i sterować nimi poprzez komputer.

PEU\_U03 Umie wykorzystywać środowisko LabView oraz urządzenia zewnętrzne (np. National Instruments MyDAQ) do przeprowadzania prostych eksperymentów fizycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień.

PEU\_K02 Rozumie konieczność samokształcenia.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie	1
Wy2 – Wy14	Wprowadzenie do zagadnień związanych z programowaniem w języku graficznym pakietu LabView. Szczegółowe omówienie: - struktur i typów danych - funkcji matematycznych - macierzy, tablic, klastrów - tworzenia wykresów - obsługi dźwięku - funkcji graficznych 2D i 3D - podstaw komunikacji pomiędzy komputerem a urządzeniami zewnętrznymi	13
Wy15	Zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie. Wstęp do programowania w języku graficznym pakietu LabView – interfejs, pierwszy program	3
La2	Struktury i typy danych - ćwiczenia	3
La3	Macierze, tablice, klastry. Funkcje matematyczne	3
La4	Wykresy	3
La5	Dźwięk. Funkcje graficzne 2D i 3D	3
La6	Obsługa klawiatury i myszki. Struktura „event”	3
La7	Obsługa pada	3
La8	Podstawy komunikacji pomiędzy komputerem a urządzeniami	3

	zewnętrznymi. Zapoznanie się z urządzeniem National Instruments MyDAQ	
La9	Projektowanie, budowa i sterowanie prostych układów z diodami LED	3
La10	Układy z wyświetlaczami	3
La11	Potencjometry, przełączniki, układy z servo motorami	3
La12	Podstawy obsługi i kontroli silników DC	3
La13	Wstęp do projektu. Omówienie możliwości, przykładowe projekty, przydzielenie tematów. Początek pracy nad projektem	3
La14, La15	Programowanie: demonstracji fizycznych, interfejsów komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi – projekt.	6
	Suma godzin	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowy wspomagany przykładami - prezentacja
N2 Strona internetowa z udostępnionymi materiałami dydaktycznymi
N3 Zadania sprawdzające stopień przyswajania informacji przez studentów
N4 Konsultacje
N5 Praca własna

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-lab	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02	Ocena pracy studenta na zajęciach
P-wykład	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Ocena projektu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Materiały do laboratorium przygotowane przez prowadzącego.  
 [2] „LabVIEW w praktyce” - Marcin Chruściel, Wydawnictwo BTC 2008.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Dokumentacja pakietu *LabView* – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych producenta.

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Piotr Sitarek, Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim KONSTRUKCJE MECHANICZNE W PRZYRZĄDACH OPTYCZNYCH</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim MECHANICAL CONSTRUCTIONS IN OPTICAL INSTRUMENTS</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): .....FIZYKA TECHNICZNA.....</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): .....FOTONIKA.....</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I stopień, stacjonarna, tradycyjna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	-	-	30	-
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	-	-	60	-
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,0			2,0	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza z dziedziny Optyka Instrumentalna.
2. Znajomość zasad zapisu konstrukcji ( Grafiki Inżynierskiej ) – Umiejętność wykonywania rysunków złożeniowych i wykonawczych, rysowania w programie AUTOCAD.
4. Umiejętność stosowania norm technicznych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Poznanie podstaw obliczeń wytrzymałościowych i ustalania gabarytów przyrządów.  
 C2 – Poznanie zasad mocowania i typowych opraw elementów optycznych.  
 C3 – Poznanie typowych konstrukcji mechanicznych zespołów optycznych – okularów, obiektywów, przysłon, węzłów regulacji justerskich i eksploatacyjnych.  
 C4 – Stosowanie podstaw optyki instrumentalnej do określania wymagań i możliwości dla konstrukcji mechanicznej, inżynierskiego sposobu opracowywania konstrukcji.  
 C5 - Umiejętność rozpoznawania istniejących konstrukcji w celach użytkowych i

naprawczych.

C6 – Umiejętność uzgadniania wymagań i kreatywność w zespołowym konstruowaniu przyrządów i stanowisk pomiarowych ( ze specjalistami optykami i mechanikami ).

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Podstawy obliczania i dobierania rozmiarów konstrukcji mechanicznych ze względu na własności wytrzymałościowe.

PEU\_W02 – Zasady mocowania i typowe oprawy elementów optycznych.

PEU\_W03 – Poznanie typowych konstrukcji mechanicznych okularów, obiektywów, węzłów regulacyjnych i przysłon.

PEU\_W04 – Wymagania psychofizyczne dla przyrządów i stanowisk pomiarowych.

PEU\_W05 – Wymagania i własności typowych konstrukcji, projektowanie prostych przyrządów optycznych.

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Umiejętność rozpoznawania i oceny konstrukcji mechanicznych w przyrządach optycznych istniejących.

PEU\_U02 – Stosowanie podstawowych obliczeń wytrzymałościowych i gabarytowych dla projektowanej konstrukcji

PEU\_U03 – Wykonywanie rysunków złożeniowych prostych przyrządów optycznych, zespołów i rysunków wykonawczych elementów mechanicznych konstrukcji.

PEU\_U04 – Stosowanie norm rysunkowych i szczegółowych dla określonych konstrukcji.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – Umiejętność określania i uzgadniania wymagań dla konstrukcji mechanicznych w powiązaniu z wymaganiami optycznymi, kreatywność w uzgadnianiu wymagań ze specjalistami branżowymi.

PEU\_K02 – Adaptowanie istniejących i konstruowanie prostych przyrządów optycznych.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do wykładu, warunki zaliczenia przedmiotu. Własności materiałów jako podstawa do obliczeń wytrzymałościowych konstrukcji.	2
Wy2	Własności sprężyste materiałów, połączenia i elementy sprężyste.	4
Wy3	Połączenia gwintowe, obliczanie i rysowanie. Elementy złączne.	4
Wy4	Oprawy elementów optycznych osiowo-symetrycznych, mocowania pierścieniami.	2
Wy5	Mocowanie przez zawijanie.	1
Wy6	Tolerancje i pasowania elementów optycznych.	2
Wy7	Rysowanie elementów optycznych, zapis i dobór wymagań dla materiałów i powierzchni elementów i zespołów optycznych.	2
Wy8	Typowe konstrukcje mechaniczne okularów.	3
Wy9	Typowe konstrukcje obiektywów lunetowych, fotograficznych i mikroskopowych.	2
Wy10	Oprawy pryzmatów i lusterek.	2
Wy11	Prowadnice, elementy regulacyjne, węzły ruchów justerskich i	2

	eksploatacyjnych. Wymagania dla zespołów wymiennych.	
Wy12	Przysłony.	2
Wy13	Wymagania psychofizyczne i ergonomiczne dla przyrządów i stanowisk pomiarowych.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Projekt z zakresu własności materiałów konstrukcyjnych.	6
Pr2	Projekt oprawy elementu optycznego z uwzględnieniem tolerancji wymiarowych.	8
Pr3	Projekt uproszczonej konstrukcji przyrządu optycznego.	16
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N1. Prezentacje multimedialne.</p> <p>N2. Udostępniane z wyprzedzeniem kopie opracowań do prezentacji multimedialnych.</p> <p>N3. Pokazy eksponatów i ich działania: materiałów konstrukcyjnych, opraw elementów optycznych, zespołów – okularów, obiektywów, przysłon, wybranych przyrządów optycznych.</p> <p>N4. Uzgadnianie założeń, wymagań i możliwości rozwiązywania tematów projektowych.</p> <p>N5. Pomoc indywidualna przy dobieraniu wielkości w projektowaniu opraw i przyrządów.</p> <p>N6. Konsultacje</p> <p>N7. Praca własna studentów – pogłębianie wiadomości, ćwiczenie w rozpoznawaniu konstrukcji i wykonywaniu rysunków, wykonywanie opracowań i projektów indywidualnych.</p>

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEU_W01 do W03, PEU_W05 PEU_U01 do U04	Bieżące sprawdzanie i korekta na każdym ćwiczeniach częściowych obliczeń i fragmentów konstrukcji, zaliczanie kolejnych projektów na podstawie postępów i końcowej postaci indywidualnych projektów. Sprawdzian z poznanej części materiału w połowie semestru.
P	PEU_W01 do W05, PEU_U01 do U04.	1 ) Sprawdziany wiadomości końcowe i poprawkowe. 2 ) Ocena wykonanych trzech indywidualnych projektów ( część obliczeniowa i rysunki złożeniowe i wykonawcze )

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- 1 - Praca zbiorowa – Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych
- 2 - Janusz Chalecki – Przyrządy optyczne – konstrukcje mechaniczne
- 3 - Wybrane Polskie Normy i ISO

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- 1 - Wł. Tryliński – Poradnik konstruktora przyrządów i urządzeń precyzyjnych
- 2 - Praca zbiorowa – Poradnik mechanika – tom I i II
- 3 - Opracowania zbiorcze norm np. skrypty Politechniki Wrocławskiej

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

dr inż. doc. Józef Zarówny [jozef.zarowny@pwr.wroc.pl](mailto:jozef.zarowny@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Krytalografia, rentgenografia</i>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <i>Crystallography, roentgenography</i>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <i>Fizyka Techniczna</i>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <i>Nanoinżynieria</i>	
Poziom i forma studiów: <b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: <del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *	
Kod przedmiotu <b>CHP002006W, CHP002007L</b>	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		70		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1		1.8		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza w zakresie chemii ogólnej.
2. Podstawowa wiedza w zakresie fizyki ogólnej.
3. Podstawowa wiedza w zakresie matematyki.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie budowy i symetrii materiałów krystalicznych.
- C2 Poznanie zjawisk zachodzących w materiałach krystalicznych oraz teorii je opisujących.
- C3 Poznanie metod badania materiałów monokrystalicznych, polikrystalicznych i nanokrystalicznych.
- C4 Poznanie możliwości wykorzystania metod badania materiałów krystalicznych w przemyśle i nauce.
- C5 Umiejętność korzystania z krystalograficznych programów komputerowych, *International Tables for Crystallography* oraz *Cambridge Structural Database*.
- C6 Umiejętność studiowania literatury naukowej dotyczącej struktur krystalicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma wiedzę w zakresie budowy i symetrii materiałów krystalicznych,

PEU\_W02 zna zasady tworzenia międzynarodowych symboli klas krystalograficznych i grup przestrzennych, rozumie reprezentację graficzną klas i grup,

PEU\_W03 zna teorie opisujące zjawisko dyfrakcji w materiałach krystalicznych, zasady konstrukcji sieci odwrotnej i jej znaczenie w interpretacji dyfrakcji, zna relacje między obrazem dyfrakcyjnym a siecią krystaliczną,

PEU\_W04 ma wiedzę w zakresie badań strukturalnych monokryształów – rozumie problem fazowy, zna sposoby jego rozwiązania za pomocą metod bezpośrednich i metody ciężkiego atomu,

PEU\_W05 posiada wiedzę na temat budowy i badań substancji polikrystalicznych, nanokrystalicznych i kwazikrystalicznych oraz na temat badań synchrotronowych i neutronograficznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umie określić klasę krystalograficzną na podstawie modelu kryształu, potrafi korzystać z *International Tables for Crystallography* w zakresie reprezentacji graficznej grup przestrzennych,

PEU\_U02 potrafi wyszukiwać informacje w *Cambridge Structural Database*,

PEU\_U03 umie określić układ krystalograficzny, grupę dyfrakcyjną oraz centrosymetryczność kryształu,

PEU\_U04 umie rozwiązać i udokładnić strukturę krystaliczną korzystając z programów komputerowych *SHELXS* i *SHELXL*, potrafi ocenić jakość wyznaczonej struktury, potrafi ocenić dane krystalograficzne znajdujące się w artykułach naukowych, umie zinterpretować dyfraktogram proszkowy.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi brać udział w dyskusji na temat krystalograficznych badań strukturalnych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1– Wy3	Współczesna definicja kryształu i krystalografii. Projekcja stereograficzna i cyklograficzna. Elementy i operacje symetrii w budowie zewnętrznej kryształów. Układy krystalograficzne. Klasy krystalograficzne – symbole międzynarodowe.	3
Wy4– Wy7	Sieć przestrzenna. Sieci Bravais. Proste i płaszczyzny sieciowe. Osie śrubowe. Płaszczyzny poślizgu. Grupy przestrzenne – symbole międzynarodowe. Relacje między budową sieci krystalicznej a budową zewnętrzną kryształów. Budowa kryształu rzeczywistego.	4
Wy8– Wy11	Sieć odwrotna i konstrukcja Ewalda. Metoda badania struktury wewnętrznej monokryształów – rentgenowska analiza strukturalna. Czynniki wpływające na natężenie refleksu. Czynniki struktury. Problem fazowy i jego rozwiązanie. Metody bezpośrednie. Metoda ciężkiego atomu.	4
Wy12– Wy14	Relacje między siecią kryształu a obrazem dyfrakcyjnym. Materiały polikrystaliczne i nanokrystaliczne – metody i zastosowanie badań dyfrakcyjnych. Krystalograficzne badania synchrotronowe. Neutronografia. Elektronografia.	3
Wy15	Materiały kwazikrystaliczne – budowa zewnętrzna i wewnętrzna, badania dyfrakcyjne, właściwości, zastosowanie.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Laboratorium wstępne.	2
La2, La3	Analiza symetrii zewnętrznej modeli kryształów – układy krystalograficzne, klasy krystalograficzne, reprezentacja graficzna.	4
La4	Baza danych strukturalnych <i>Cambridge Structural Database</i> .	2
La5, La6	Analiza symetrii wewnętrznej kryształów – grupy przestrzenne, reprezentacja graficzna, <i>International Tables for Crystallography</i> .	4
La7	Wizualizacja symetrii wewnętrznej kryształów.	2
La8	Wyznaczenie wartości periodów identyczności.	2
La9 – La11	Określenie układu krystalograficznego, centrosymetryczności i grupy dyfrakcyjnej kryształu na podstawie pomiaru dyfraktometrycznego. Rozwiązanie struktury krystalicznej.	6
La12, La13	Udokładnienie struktury krystalicznej.	4
La14	Zestawienie wyników udokładnienia według wymagań czasopism krystalograficznych. Analiza dyfraktogramów proszkowych.	2
La15	Zajęcia uzupełniające.	2
Suma godzin		<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<ol style="list-style-type: none"> <li>Wykład z prezentacją multimedialną.</li> <li>Wykład z wykorzystaniem tablicy.</li> <li>Praca z modelami, praca z <i>International Tables for Crystallography</i>.</li> <li>Wykonanie eksperymentu komputerowego.</li> </ol>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01 – PEU_W05	Ocena z pisemnej pracy domowej
P1(wykład)=F1		
F2 – F7 (laboratorium)	PEU_U01– PEU_U04	Oceny z 5 kartkówek sprawdzających przygotowanie do zajęć, ocena ze sprawozdania na temat procesu wyznaczenia struktury oraz zaliczenie pozostałych sprawozdań.
P2(laboratorium)=(F2+F3+F4+F5+F6+F7)/6		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>
[1] Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, <i>Krystalografia</i> , PWN, Warszawa, 1996 – 2019.
[2] Z. Kosturkiewicz, <i>Metody krystalografii</i> , UAM, 2000 – 2013.
[3] P. Luger, <i>Rentgenografia strukturalna monokryształów</i> , PWN, Warszawa, 1989.

- [4] Z. Trzaska-Durski, H. Trzaska-Durska, *Podstawy krystalografii*, PWN, Warszawa, 2003.  
[5] *International Tables for Crystallography*, Volume A, Kluwer Academic Publishers, 1996 – 2020.

**LITERATURA UZUPELNIAJACA**

- [1] C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, *Fundamentals of crystallography*, C. Giacovazzo Ed., Oxford, 1992 – 2011.  
[2] M. van Meerssche, J. Feneau-Dupont, *Krystalografia i chemia strukturalna*, PWN, Warszawa, 1984.

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

**Prof. dr hab. Ilona Turowska-Tyrk, ilona.turowska-tyrk@pwr.edu.pl**



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Laboratorium fizyczne – 1</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Physics Laboratory – 1</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / <del>II</del> stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			125		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			<b>5</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			5		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			3		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs Fizyka 1
2. Zaliczony kurs Matematyka 1 lub analogiczny

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie umiejętności przeprowadzenia prostego eksperymentu
- C2 Uzyskanie umiejętności opracowanie eksperymentu w postaci raportu
- C3 Uzyskanie umiejętności szacowania niepewności uzyskanych rezultatów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - zna metody pomiarów podstawowych wielkości fizycznych

PEU\_W02 - zna zasady BHP obowiązujące w laboratoriach pomiarów wielkości fizycznych

PEU\_W03 - zna metody opracowania wyników oraz liczenia niepewności pomiarowych wielkości prostych i złożonych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - umie posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi (do pomiaru długości, wielkości elektrycznych, optycznych)

PEU\_U02 - potrafi wykonać pomiary podstawowych wielkości fizycznych z wykorzystaniem instrukcji stanowiska pomiarowego

PEU\_U03 - potrafi opracować wyniki pomiarów oraz przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi inżynierskich

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - utrwala umiejętności pracy zespołowej

PEU\_K02- rozumie konieczność samokształcenia

PEU\_K03 - utrwala umiejętności rzetelnego i odpowiedzialnego wykonywania zadań

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne, krótkie szkolenie BHP, omówienie statystycznego opracowania wyników prostych pomiarów wielkości fizycznej, pomiary prostej wielkości fizycznej	3
La2	Pomiary parametrów prostego układu elektrycznego oraz statystyczne i graficzne opracowanie tych wyników	3
La3	Wykonanie w grupach 2-3 osobowych dziesięciu ćwiczeń z różnych działów fizyki zgodnie z harmonogramem, statystyczne i graficzne opracowanie wyników pomiarów oraz przygotowanie raportów. Spis ćwiczeń laboratoryjnych w załączeniu.	10x3
La4	Weryfikacja umiejętności analizy wyników i przygotowania raportu	3
La5	Zajęcia uzupełniające i zaliczenia	6
	Suma godzin	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń

N2. Samodzielne wykonanie eksperymentu

N3. Strona internetowa laboratorium z informacjami dotyczącymi regulaminu laboratorium, regulaminu BHP, spisu ćwiczeń, opisu ćwiczeń, instrukcji roboczych, przykładowych sprawozdań, pomocy dydaktycznych

N4. Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01- PEU_K03	Ocena raportów z każdego wykonanego ćwiczenia
P = suma(F1)/ilość raportów, pod warunkiem że ocena (F1) jest pozytywna, w przeciwnym wypadku zastosowany zostaje Regulamin Laboratorium Podstaw Fizyki.		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Opisy ćwiczeń, instrukcje, pomoce dydaktyczne, strona domowa LPF  
<http://lpf.wppt.pwr.edu.pl>
- [2] Ćwiczenia Laboratoryjne z Fizyki, Tomy 1-4, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: *Podstawy Fizyki*, tomy 1-2, 4, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- [2] J. Massalski, M. Massalska, *Fizyka dla inżynierów*, cz. 1., WNT, Warszawa 2008.
- [3] J. Orear, *Fizyka*, WNT, Warszawa 1990.
- [4] I.W. Sawieliew, *Wykłady z Fizyki tom1 i 2*, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003.

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

**dr hab. Ewa Rysiakiewicz, prof. ucz. (ewa.rysiakiewicz@pwr.edu.pl)**

## Spis ćwiczeń w Laboratorium Podstaw Fizyki Politechniki Wrocławskiej

### Mechanika

1. Wyznaczenie momentu bezwładności ciał metodą wahadła fizycznego grawitacyjnego i sprawdzenie twierdzenia Steinera.
2. Sprawdzenie prawa Hooke'a; wyznaczenie modułu Younga.
3. Wyznaczenie modułu sztywności metodą dynamiczną.
4. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła rewersyjnego.
5. Wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy na podstawie prawa Stokesa.
6. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego.
7. Badanie wahadła fizycznego.
8. Wyznaczenie gęstości materiału struny.

### Termodynamika

9. Skalowanie termopary i wyznaczenie temperatury krzepnięcia stopu.
10. Wyznaczanie ciepła topnienia lodu.
11. Pomiar ciepła właściwego ciał stałych metodą Nernsta.
12. Pomiar przewodności cieplnej izolatorów.
13. Wyznaczanie współczynnika rozszerzalności cieplnej metodą elektryczną.
14. Pomiar napięcia powierzchniowego.  
A – metodą odrywania,  
B - " kapilary,  
C - " stalagmometru,  
D - " pęcherzykową,  
E - " odrywania metodą Du Nouy'a.
15. Pomiar przewodności cieplnej i elektrycznej metali
16. Badanie zjawiska Seebecka i zastosowanie modułu termoelektrycznego do przetwarzania energii cieplnej na elektryczną.
17. Badanie i zastosowania półprzewodnikowego modułu Peltiera jako chłodziarki.
18. Badanie i zastosowania półprzewodnikowego modułu Peltiera jako pompy ciepła.

### Elektryczność i magnetyzm

19. Pomiar zależności oporności metali i półprzewodników od temperatury.
20. Pomiar rezystancji (części A i B)
21. Prawo Ohma dla prądu zmiennego.
22. Badanie zjawiska rezonansu elektrycznego.
23. Badanie efektu Halla.
24. Wyznaczanie składowej poziomej natężenia ziemskiego pola magnetycznego.
25. Badanie procesów ładowania i rozładowania kondensatora.
26. Wyznaczanie ładunku właściwego elektronu (metodą Thomsona).
27. Wyznaczanie stałej dielektrycznej różnych materiałów.

### Optyka

28. Pomiary fotometryczne.
29. Wyznaczanie długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej.
30. Wyznaczanie promienia krzywizny soczewki i długości fali świetlnej za pomocą pierścieni Newtona.
31. Pomiary naturalnej aktywności optycznej.
32. Pomiar odległości ogniskowych soczewek cienkich.
33. Analiza sPEUtralna i pomiary sPEUtrofotometryczne.
34. Wyznaczanie współczynnika załamania szkła za pomocą sPEUtrometru.

### Fizyka współczesna

35. Pomiar temperatury pirometrem.
36. Sprawdzenie prawa Stefana-Boltzmann'a.
37. Wyznaczanie stałej Stefana-Boltzmann'a.
38. Wyznaczanie stałej Plancka na podstawie charakterystyk diod elektroluminescencyjnych.
39. Wyznaczanie stałej Plancka na podstawie prawa Plancka promieniowania ciała doskonale czarnego.
40. Efekt fotowoltaiczny – ogniwo słoneczne.
41. Badanie zewnętrznego zjawiska fotoelektrycznego.

42. Pomiar prędkości światła metodą składania drgań.
43. SPEUtroskopia rentgenowska.
44. Modulator ciekłokrystaliczny.

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Laboratorium fizyczne 2</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Physics laboratory 2</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/ Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy-/ <b>wybieralny</b> /ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			125		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			5		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			5		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			2		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs Laboratorium Podstaw Fizyki

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Doskonalenie umiejętności przeprowadzenia skomplikowanego eksperymentu
- C2 Doskonalenie umiejętności opracowania raportu z wykonanego eksperymentu
- C3 Doskonalenie umiejętności zastosowania komputera do opracowania wyników eksperymentu

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - zna metody pomiarów różnych wielkości fizycznych,

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

PEU\_U02 – potrafi opracować wyniki pomiarów oraz przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych z zastosowaniem odpowiednich narzędzi komputerowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania, w tym samodoksztalcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne, szkolenie BHP, wprowadzenie do zajęć	2
La2- La7	Wykonanie w grupach 2-3 osobowych sześciu ćwiczeń zgodnie z harmonogramem. Spis ćwiczeń laboratoryjnych: 1. Doświadczenie Millikana 2. Pomiar energii wzbudzenia atomów neonu. Doświadczenie Franka-Hertza 3. Wyznaczenie elipsoidy bezwładności bryły sztywnej 4. Badanie drgań tłumionych i wymuszonych 5. Badanie przemian fazowych I i II rodzaju. Temperaturowa zależność przenikalności magnetycznej gadolinu przy przejściu fazowym ferromagnetyk 6. Interferencyjny pomiar kształtu powierzchni 7. Pomiar dyspersji materiału za pomocą spektrometru 8. Spektroskopia Rentgenowska A. Badanie charakterystycznego promieniowania X dla Fe, Cu i Mo B. Prawo przesunięć Duane-Hunta. Wyznaczanie stałej Plancka 9. Pomiar grubości cienkich warstw metodą prążków interferencyjnych równej grubości	24
La8	Zajęcia uzupełniające, podsumowujące	4
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń

N2. Samodzielne wykonanie eksperymentu

N3. Strona internetowa laboratorium z informacjami dotyczącymi spisu ćwiczeń, opisu ćwiczeń, instrukcji roboczych, przykładowych sprawozdań, pomocy dydaktycznych

N4. Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 – U02	Ocena raportów z każdego wykonanego ćwiczenia
P	PEU_W01 PEU_K01	Ocena uwzględniająca oceny F1 oraz przygotowanie do ćwiczeń i sprawność w przeprowadzaniu eksperymentów.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Opisy ćwiczeń wraz z instrukcjami roboczymi dostępne są na stronie <http://www.if.pwr.wroc.pl/~piosit/2prac.php>

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: *Podstawy Fizyki*, tomy 1-2, 4, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- [2] Fizyka dla szkół wyższych. Podręcznik dostępny przez internet (OpenStax), 2017.
- [3] J. Massalski, M. Massalska, *Fizyka dla inżynierów*, cz. 1., WNT, Warszawa 2008.
- [4] J. Orear, *Fizyka*, WNT, Warszawa 1990.
- [5] I.W. Sawieliew, *Wykłady z Fizyki tom 1 i 2*, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003.

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

**Dr inż. Piotr Sitarek, [Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl](mailto:Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl)**



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Lasery</i>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Lasers</i>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Fotonika</b>	
Poziom i forma studiów: <b>I / II stopień*</b> , stacjonarna / <del>niestacjonarna*</del>	
Rodzaj przedmiotu: <del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany*</del>	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>		<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)			X		
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,8		1,0		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Fizyka 2
2. Analiza matematyczna 2
3. Umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy
4. Umiejętność pracy zespołowej

#### CELE PRZEDMIOTU

C1 Wprowadzenie w zagadnienia związane z podstawami techniki laserowej, budową i parametrami najczęściej używanych laserów.

C2 Zapoznanie z podstawowymi zastosowaniami laserów w technologii, metrologii, medycynie i telekomunikacji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01

Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki niezbędną do rozumienia zjawisk fizycznych w zakresie techniki laserowej.

PEU\_W02

Rozumie mechanizmy kwantowe rządzące zasadą działania laserów. Zna podstawowe parametry laserów, ich rodzaje i zastosowania.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01

Umie przeprowadzić eksperymenty z zakresu techniki laserowej i techniki światłowodowej. Potrafi samodzielnie interpretować otrzymane wyniki.

PEU\_U02

Myśli i działa w sposób kreatywny. Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Fizyczne podstawy działania laserów. Fale elektromagnetyczne, optyczne wzmacnianie, rezonatory optyczne, własności wiązek laserowych.	3
Wy2	Lasery gazowe i lasery ciała stałego. Przegląd, podstawowe typy, parametry.	2
Wy3	Lasery półprzewodnikowe. Budowa, zasada działania, charakterystyki i własności.	2
Wy4	Modulacja i detekcja promieniowania optycznego.	2
Wy5	Lasery i wzmacniacze światłowodowe. Podstawy telekomunikacji optycznej.	2
Wy6	Medyczne zastosowania laserów.	2
Wy7	Technologiczne zastosowania laserów. Mikroobróbka laserowa.	1
Wy8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, zasady BHP pracy z laserami.	1
La2	Lasery He-Ne. Własności wiązek laserowych, mody poprzeczne, mody	2

	podłużne.	
La3	Laser półprzewodnikowy. Podstawowe parametry i charakterystyki.	2
La4	Modulacja promieniowania świetlnego. Modulator elektrooptyczny, modulator Bragga	2
La5	Optyczne techniki pomiarowe. Interferometr Michelsona. Wibrometr laserowy.	2
La6	Wzmacniacz światłowodowy EDFA	2
La7	Laser impulsowy z modulacją dobroci wnęki.	2
La8	Mikroobróbka laserowa.	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład - prezentacje komputerowe, animacje, krótkie filmy
N2. Laboratorium - instrukcje do ćwiczeń
N3. Laboratorium - zadawanie w trakcie laboratorium pytań problemowych do samodzielnego rozwiązania w trakcie trwania laboratorium

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01	Oceny częściowe za realizację ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEU_W01 PEU_W02	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu
F3	PEU_W01 PEU_W02	Oceny za przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
P Średnia z ocen z wykładu i laboratorium		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] B. Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2011
- [2] Koichi Shimoda, Wstęp do fizyki laserów, PWN, Warszawa, 1993,
- [3] A. Kujawiński, P. Szczepański, Lasery. Fizyczne podstawy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1999
- [4] Franciszek Kaczmarek, Wstęp do fizyki laserów, PWN, Warszawa, 1878

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Amnon Yariv, Quantum Electronics, John Wiley&Sons, New York, 1989
- [2] J.Wilson, J.F.B.Hawkes, Lasers. Principles and Applications, Prentice Hall, New York, 1987

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

**prof. Krzysztof Abramski, krzysztof.abramski@pwr.wroc.pl**  
**dr inż. Paweł Kaczmarek, pawel.kaczmarek@pwr.wroc.pl**

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Makro i nanomateriały dielektryczne</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Macro- and nano- dielectric materials</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				15
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)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.7				0.8

\*niepotrzebne skreślić

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
1. Wymagana wiedza fizyki ogólnej w tym zagadnienia fizyki współczesnej i fizyki ciała stałego.
2. Posiada podstawową wiedzę z zakresu fizyki dielektryków
3. Stosuje aparat matematyczny do opisywania i wyjaśniania zjawisk i procesów fizycznych
4. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

### **CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy na temat podstawowych wielkości charakteryzujących dielektryki
- C2 Nabycie wiedzy na temat metod pomiarowych własności fizycznych charakteryzujących materiały dielektryczne.
- C3 Nabycie wiedzy na temat sposobów otrzymywania i właściwości ferroicznych nanomateriałów
- C4 Nabycie wiedzy na temat otrzymywania, własności i zastosowania nowoczesnych dielektrycznych materiałów multifunkcyjnych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 ma uporządkowaną wiedzę z zakresu podstawowych własności materiałów dielektrycznych
- PEU\_W02 zna zasady pomiaru własności dielektrycznych
- PEU\_W03 ma podstawową wiedzę w zakresie opisu przejść fazowych w materiałach ferroicznych
- PEU\_W04 zna i potrafi opisać podstawowe parametry charakteryzujące właściwości materiałów ferroicznych
- PEU\_W05 zna zasady projektowania i wytwarzanie ferroicznych materiałów o złożonej strukturze i mikrostrukturze
- PEU\_W06 ma wiedzę na temat własności i zastosowania ferroicznych nanostruktur
- PEU\_W07 ma szczegółową wiedzę dotyczącą zastosowania ferroelektrycznych materiałów w elektronice

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 posługuje się rozwiniętym aparatem analizy matematycznej w celu określenia podstawowych parametrów określających własności materiałów dielektrycznych
- PEU\_U02 potrafi omówić i opisać podstawowe własności materiałów dielektrycznych
- PEU\_U03 potrafi umiejętnie wykorzystać poznane metody teoretyczne do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych
- PEU\_U04 posługuje się poprawnie modelem fenomenologicznym do opisu własności makro- i nanostruktur ferroicznych
- PEU\_U05 potrafi pozyskiwać informacje z literatury i dokonywać ich interpretacji

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 zwiększenie otwartości na wiedzę i ciekawości świata, w tym świata zaawansowanej techniki i świata nauki,
- PEU\_K02 potrafi dotrzeć do źródeł informacji na temat fizycznych podstaw badanych zjawisk,
- PEU\_K03 potrafi dostrzec wpływ osiągnięć nauki na postępy techniki
- PEU\_K04 rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Dielektryk w stałym i zmiennym polu elektrycznym. Zależności nieliniowe. Pole lokalne, dyspersja i absorpcja rezonansowa, makroskopowy model dyspersji Debye'a.	2
Wy2	Termodynamika dielektryków, rozwinięcia liniowe i zjawiska sprzężone. Elektrostrykcja – sposoby opisu oraz związek z symetrią kryształów. Piezorezonans, moduł Younga. Metody badania własności sprężystych kryształów.	2
Wy3	Dielektryki polarne, zjawisko elektrokaloryczne, metody badania i przykłady zastosowań. Ferrocne przejścia fazowe, anomalie własności fizycznych podczas strukturalnych nieferroelektrycznych przemian fazowych. Własności niecentrosymetryczne ferroelektryków. Izostrukturalne przejścia fazowe i zjawiska ponadkrytyczne.	2
Wy4	Wpływ ciśnienia hydrostatycznego i naprężeń na własności fizyczne i przejścia fazowe w wybranych ferroikach. Własności optyczne ferroików, generacja drugiej harmonicznej i optyczne mieszanie częstości. Wybrane metody badania własności optycznych.	2
Wy5	Przejścia szkliste. Relaksory. Ferroiczne materiały porowate. Efekt rozmiarowy. Wpływ rozmiarów dielektryków na własności fizyczne i przejścia fazowe	2
Wy6	Sposoby wytwarzania ferroicznych struktur nanometrowych. Nanokompozyty i polimery ferroiczne. 2D ferroiki i multiferroiki – własności i sposoby wytwarzania	2
W7	Właściwości półprzewodnikowe i fotowoltaiczne materiałów ferroelektrycznych. Zastosowania ferroelektryków i multiferroików w nauce i technice – pamięci nietlotne, czujniki i przetworniki, zastosowania ferroików w optoelektronice.	2
W8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
S1	Zajęcia organizacyjne. Przedstawienie informacji o możliwych sposobach prezentacji oraz formie zaliczenia seminarium	1
S2-S7	Prezentacja tematów przewidzianych w ramach seminarium, których tematyka pokrywa się z treścią prezentowaną na wykładzie. Zaprezentowanie wybranego problemu na podstawie publikacji naukowych dotyczących tematyki wykładów.	14
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji, slajdów, demonstracji i pokazów  
N2. Praca własna–samodzielne studia dotyczące materiału przedstawionego na wykładzie.  
N3. Seminarium realizowane metodą tradycyjną z wykorzystaniem slajdów i transparencji.  
N4. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P- sem	PEU_W01-W03 PEU_U01-U02 PEU_K01-K04	Udział w dyskusjach, eseje
	PEU_W03-W05 PEU_U01-U04 PEU_K01-K04	Udział w dyskusjach, eseje
P- wykład	PEU_W01-W07 PEU_U01-U05 PEU_K01-K04	Eseje, praca pisemna

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Fizyka dielektryków, A. Chełkowski, PWN (1972).  
[2] Zagadnienia fizyki dielektryków; praca zbiorowa pod red. T. Krajewskiego, W.K.Ł. (1972).  
[3] Wstęp do fizyki laserów, F. Kaczmarek, PWN (1978).  
[4] Ferroelectric materials and their applications, Y.Xu, North–Holland (1991).  
[5] Principles and application of ferroelectrics and related materials, M.E. Lines and A.M. Glass, Clarendon Press, Oxford (1977).  
[6] Ferroelectric Phenomena in Crystals, B.A. Strukov and A. P. Levanyuk, Springer, Berlin, Heidelberg (1998).  
[7] Wstęp do fizyki przejść fazowych, J Klamut, K. Durczewski, J. Sznajd, Osolineum (1979).  
[8] Physical Properties of Crystals- their representation by tensors and matrices, J.F. Nye, Oxford (1985).

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1]. Ciżman, R. Poprawski, A. Sieradzki, Dielectric Physics, Introduction to Selected Problems of Dielectric Physics, PrintPAP Łódź, 2011.  
[2] Przemiany fazowe, redakcja: A.Graja i A.R. Ferchmin, Małe monografie Instytutu Fizyki molekularnej Tom 2. Ośrodek Wydawnictw Naukowych Poznań 2003.  
[3] Elektryty i piezopolimery, B. Hilczer, J. Małecki, PWN, Warszawa 1992.  
[4] Dielektryki -wykład monograficzny, T. Hilczer, Poznań, 2010.  
[5] Dielectric relaxation in solids, A. K. Jonscher, Chelsea Dielectric Press Ltd, 1983.

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

**Dr hab. inż. Agnieszka Ciżman, [agnieszka.cizman@pwr.edu.pl](mailto:agnieszka.cizman@pwr.edu.pl)**



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Matematyczne metody fizyki</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Mathematical methods in physics</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	<del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	45			
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)	X				
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>	<b>2</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.0	0.5			

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza i umiejętności z zakresu fizyki ogólnej 1 i 2.
2. Wiedza z zakresu analizy matematycznej 1 i 2 oraz algebry liniowej 1 i 2.
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej
4. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

#### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy teoretycznej i praktycznej w zakresie najważniejszych metod matematycznych przydatnych do rozwiązywania problemów fizycznych
- C2. Zdobycie umiejętności ilościowej analizy znanych zagadnień fizycznych i technicznych stosując matematyczne metody fizyki
- C3. Poszerzenie wiedzy z zakresu fizyki ogólnej

C4. Nabycie umiejętności zwięzłego i klarownego przedstawienia rozwiązania matematycznego problemu fizycznego.

C5. Nabycie umiejętności pracy samodzielnej i współpracy w niewielkiej grupie.

C6. Nabycie umiejętności samodzielnego pozyskiwania literatury i korzystania z niej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Student

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna podstawowe metody rozwiązywania i pogładowej analizy zagadnień matematycznych występujących w fizyce

PEU\_W02 zna bardziej zaawansowany aparat matematyczny wykorzystywany w problemach fizyki technicznej i optyki (równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, podstawowe funkcje specjalne, transformata Fouriera i Laplace'a, wybrane zagadnienia i zastosowania teorii funkcji analitycznych)

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 posiadał umiejętność samodzielnego i efektywnego stosowania metod matematycznych w rozwiązywaniu problemów fizycznych i technicznych

PEU\_U02 umie wykorzystywać matematyczne modele teoretyczne do analizy własności fizycznych układów

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – umie niezależnie i twórczo myśleć

PEU\_K02 – umie współpracować w zespole

PEU\_K03 – umie wyszukiwać informacje oraz dokonać jej krytycznej analizy

PEU\_K04 – rozumie konieczność samokształcenia

PEU\_K05 – posiada realne przekonania o własnych umiejętnościach i możliwościach, a także o znaczeniu racjonalnego myślenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Preliminaria</b> Pochodne cząstkowe (różniczka zupełna, użyteczne twierdzenia o różniczkowaniu cząstkowym, reguła łańcuchowa, zmiana układu współrzędnych, relacje termodynamiczne, różniczkowanie całek) Całki wielokrotne, analiza wektorowa (całka liniowa, powierzchniowa i objętościowa, twierdzenia całkowe dla elektromagnetyzmu) Szeregi potęgowe	2
Wy2-5	Równania różniczkowe zwyczajne (RRZ 1-szego rzędu, RRZ 2-go rzędu o stałych współczynnikach) Równania różniczkowe cząstkowe (ważne równania cząstkowe fizyki – równanie falowe, równanie dyfuzji, równanie Laplace'a i Poissona, równanie Schrodingera; postać ogólna rozwiązania, rozwiązanie ogólne i	4 4

	szczególne – równania 1-go rzędu i 2-go rzędu)	
<b>W6-7</b>	<b>Funkcje specjalne</b> (funkcje Legendre'a, Bessel'a, Gamma)	4
<b>Wy 8</b>	<b>Funkcje nieciągłe i/lub nieróżniczkowalne w fizyce</b> (funkcja schodkowa, funkcja signum, dystrybucja delta-Diraca, własności delty Diraca, różniczkowanie dystrybucji, sploty)	2
<b>Wy9-11</b>	<b>Szereg Fouriera</b>	2
	<b>Transformata Fouriera</b> (definicja, transformata odwrotna, transformata pochodnej, splotu, iloczynu itp., transformacja dwuwymiarowa – Fouriera Bessela, przykłady transformacji trójwymiarowej)	4
<b>Wy12</b>	<b>Transformata Laplace 'a</b> (definicja, własności, transformata odwrotna, transformata n-tej pochodnej oryginału, wykorzystanie transformaty do rozwiązywania równań różniczkowych i liczenia wybranych całek niewłaściwych)	2
<b>Wy13-15</b>	<b>Wybrane zagadnienia i zastosowania teorii funkcji analitycznych</b> (przypomnienie aparatu liczb zespolonych, funkcje analityczne - warunki Cauchy`ego-Riemanna, całkowanie zespolone - twierdzenie Cauchy`ego-Goursata, , transformaty Hilberta i wartość główna Cauchy`ego, teoria residuów; przykłady zastosowań w elektrostatyce i hydrodynamicie)	6
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – ćwiczenia rachunkowe</b>		<b>Liczba godzin</b>
<b>Ćw 1</b>	<b>Preliminaria</b> Pochodne cząstkowe (różniczka zupełna, użyteczne twierdzenia o różniczkowaniu cząstkowym, reguła łańcuchowa, zmiana układu współrzędnych, relacje termodynamiczne, różniczkowanie całek) Całki wielokrotne, analiza wektorowa (całka liniowa, powierzchniowa i objętościowa, twierdzenia całkowe dla elektromagnetyzmu) Szeregi potęgowe	2
<b>Ćw 2-5</b>	Równania różniczkowe zwyczajne (RRZ 1-szego rzędu, RRZ 2-go rzędu o stałych współczynnikach)	4
	Równania różniczkowe cząstkowe (ważne równania cząstkowe fizyki – równanie falowe, równanie dyfuzji, równanie Laplace'a i Poissona, równanie Schroedingera; postać ogólna rozwiązania, rozwiązanie ogólne i szczególne – równania 1-go rzędu i 2-go rzędu)	4
<b>Ćw 6-7</b>	<b>Funkcje specjalne</b> (funkcje Legendre'a, Bessel'a, Gamma)	4
<b>Ćw 8</b>	<b>Funkcje nieciągłe i/lub nieróżniczkowalne w fizyce</b> (funkcja schodkowa, funkcja signum, dystrybucja delta-Diraca, własności delty Diraca, różniczkowanie dystrybucji, sploty)	2
<b>Ćw 9-11</b>	<b>Szeregi Fouriera</b>	2
	<b>Transformata Fouriera</b> (definicja, transformata odwrotna, transformata pochodnej, splotu, iloczynu itp., transformacja dwuwymiarowa – Fouriera Bessela, przykłady transformacji trójwymiarowej)	4
<b>Ćw 12</b>	<b>Transformata Laplace 'a</b> (definicja, własności, transformata odwrotna, transformata n-tej pochodnej oryginału, wykorzystanie transformaty do rozwiązywania równań różniczkowych i liczenia wybranych całek niewłaściwych)	2

<b>Ćw 13-15</b>	<b>Wybrane zagadnienia i zastosowania teorii funkcji analitycznych</b> (przypomnienie aparatu liczb zespolonych, funkcje analityczne - warunki Cauchy`ego-Riemanna, całkowanie zespolone - twierdzenie Cauchy`ego-Goursata, , transformaty Hilberta i wartość główna Cauchy`ego, teoria residuów; przykłady zastosowań w elektrostatyce i hydrodynamicie)	6
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny N2. Rozwiązywanie w trakcie wykładu/ćwiczeń rachunkowych przykładowych problemów i ich dyskusja ze słuchaczami N3. Zadania domowe N4. Konsultacje indywidualne lub w grupie z wykładowcą N5. Praca własna – samodzielne studia literaturowe, przygotowanie do zaliczenia

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
<b>F1</b> (wykład)	PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04 PEU_K05  PEU_W01 PEU_W02	Dyskusje i pytania podczas wykładów  Zadania domowe <b>Kolokwium zaliczeniowe</b>
<b>F2</b> (ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02	<b>Kolokwium pisemne zaliczeniowe z ćwiczeń</b>
<b><math>P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2</math></b>		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Tai L. Chow, Mathematical Methods for Physicists: A concise introduction, Cambridge Univ. Press, 2000.
- [2] K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering, 3<sup>rd</sup> Ed. Cambridge Univ. Press, 2006.
- [3] F. W. Byron, R. W. Fuller, Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej, tom 1., PWN, Warszawa 1975.
- [4] A. Zagórski, Metody matematyczne fizyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014
- [5] A.W. Bicadze, Równania fizyki matematycznej, PWN, Warszawa 1984
- [6] A. Lenda, Wybrane rozdziały matematycznych metod fizyki, UWNT AGH, Kraków 2004

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] G. Arfken, H. Weber, F. Harris, Mathematical Methods for Physicists. A comprehensive guide, 7<sup>th</sup> Ed. Elsevier 2013.
- [2] W. E. Boyce, R. C. DiPrime, Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, Wiley, 2009.
- [3] W. Adkins, M. Davidson, Ordinary Differential Equations, Springer 2012.
- [4] S. Bayin, Mathematical Methods in Science And Engineering, John Wiley and Sons Inc, 2006.
- [5] B. Jeffreys, H. Jeffreys, Methods of Mathematical Physics, Cambridge University Press, 2000.
- [6] J. R. Taylor, Mechanika klasyczna, PWN, Warszawa 2006.
- [7] L. D. Landau, J. M. Lifszyc, Mechanika, PWN, Warszawa 2006.

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

Dr inż. Maciej Mulak

[Maciej.Mulak@pwr.edu.pl](mailto:Maciej.Mulak@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Mechanika kwantowa</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Quantum Mechanics</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Fotonika/Nanoinżynieria</b>	
Poziom i forma studiów: <b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
Kod przedmiotu .....	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.3	3.0			

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza i umiejętności z zakresu kursu Fizyka FT1, Fizyka FT2, Fizyka FT3.
2. Wiedza i umiejętności z zakresu analizy matematycznej i algebry.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy dotyczącej podstaw mechaniki kwantowej.  
C2 Zdobycie praktycznej umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów mechaniki kwantowej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna zasady mechaniki kwantowej i jej metody obliczeniowe.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym w rozwiązaniu podstawowych problemów mechaniki kwantowej i sformułować wnioski jakościowe, ponadto potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do kursu: Mechanika kwantowa.	1
Wy2	Cząstki i fale.	2
Wy3	Funkcja falowa.	2
Wy4	Stacjonarne równanie Schrödingera.	7
Wy5	Podstawy formalizmu mechaniki kwantowej.	3
Wy6	Mechanika kwantowa w trzech wymiarach.	6
Wy7	Cząstki identyczne.	4
Wy8	Teoria zaburzeń niezależna od czasu.	4
Wy9	Metoda wariacyjna.	3
Wy10	Przybliżenie WKB.	3
Wy11	Teoria zaburzeń zależna od czasu.	7
Wy12	Przybliżenie adiabatyczne.	3
	Suma godzin	<b>45</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	1. Sprawy organizacyjne. 2. Rozwiązywanie zagadnień dotyczących cząstek, fal oraz funkcji falowej. 3. Przykładowe zagadnienia odnoszące się do stacjonarnego równania Schrödingera.	13
Ćw2	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 1-3)	2
Ćw3	4. Rozwiązywanie zagadnień związanych z atomem. 5. Zagadnienia dotyczące spinu. 6. Przykładowe zagadnienia odnoszące się do cząstek identycznych.	13

Ćw4	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 4-6)	2
Ćw5	7. Rozwiązywanie zagadnień związanych teorią zaburzeń niezależną od czasu. 8. Rozwiązywanie zagadnień w których wykorzystywana jest metoda wariacyjna. 9. Przykładowe zagadnienia odnoszące się teorią zaburzeń zależnej od czasu.	13
Ćw6	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 4-6)	2
	Suma godzin	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny  
N2. Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań rachunkowych  
N3. Zasoby cyfrowe  
N4. Konsultacje  
N5. Praca własna

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-ćw	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Dyskusje, kartkówki, kolokwia z ćwiczeń
P-wykład	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Egzamin pisemny (wykład)

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Introduction to quantum mechanics, D. J. Griffiths  
[2] Mechanika kwantowa, L. Schiff  
[3] Mechanika kwantowa, A. S. Dawydow

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Mechanika kwantowa, L. Landau, J. Lifszyc

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

dr hab. Krzysztof Ryczko, prof. uczelni (krzysztof.ryczko@pwr.wroc.pl)



<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Experimental methods in solid state physics</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria/Fotonika</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I stopień, stacjonarna</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	.....
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie <del>na ocenę*</del>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Zaliczony kurs wstęp fizyki ciała stałego.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Dostarczenie wiedzy dotyczącej metod eksperymentalnych ciała stałego innych niż optyczne, służących do wyznaczania własności nowych materiałów i ich nanostruktur

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma uporządkowaną i zaawansowaną wiedzę na temat metod eksperymentalnych stosowanych w nanoinżynierii

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi formułować, analizować, rozwiązywać złożone i nietypowe problemy z zakresu nanoinżynierii w oparciu o posiadaną wiedzę i dobór odpowiednich źródeł informacji

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 ma świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji i jest świadom własnych ograniczeń i wie, kiedy zwrócić się do ekspertów

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do nowych technik eksperymentalnych	2
Wy2	Spektroskopia elektronowa (RHEED, LEED, AES, EELS). Promieniowanie synchrotronowe	5
Wy3	Rozpraszania neutronów	3
Wy4	Wyznaczanie składów chemicznych (RBS, ERDA, SIMS, APT)	5
Wy5	Wyznaczanie struktury pasmowej (ARPES, ACAR)	3
Wy6	Badanie defektów (PAS)	2
Wy7	Techniki badania powierzchni (fotonapięcie powierzchniowe, sonda Kelvina)	2
Wy8	Eksperymenty wykorzystujące zewnętrzne pole magnetyczne (NMR, EPR)	4
Wy9	Techniki pomiarowe wykorzystujące nanostruktury (SQUID)	2
Wy10	Egzamin	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna

N2. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Egzamin
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Oleś, Metody doświadczalne fizyki ciała stałego, WNT, Warszawa, 1998
- [2] R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, PWN, Warszawa, 2007
- [3] H. Lüth, Surfaces and Interfaces of Solid Materials, Springer, 1995
- [4] J. Stankowski, W. Hilczer, Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych, PWN, Warszawa, 2005
- [5] F.J. Blatt, Fizyka zjawisk elektronowych w metalach i półprzewodnikach, PWN, Warszawa, 1973
- [6] C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa, 1999

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Naukowe lub technologiczne artykuły i prace przeglądowe publikowane w bieżącej literaturze naukowej

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

Dr inż. Wojciech Rudno-Rudziński, wojciech.rudno-rudzinski@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Metody obliczeniowe fizyki	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Computational methods in physics	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Nanoinżynieria	
<b>Poziom i forma studiów:</b> I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b> TAK/ NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			50		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1.5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki kwantowej
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej
4. Podstawowa umiejętność posługiwania się komputerem osobistym
5. Kompetencje w zakresie pozyskiwania darmowych narzędzi komputerowych w Internecie
6. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

### CELE PRZEDMIOTU

- C1.** Nabycie wiedzy teoretycznej i praktycznej w zakresie najważniejszych metod numerycznych (podstaw matematycznych i algorytmów) rozwiązywania zagadnień typowych dla fizyki.
- C2.** Nabycie umiejętności programowania zagadnień numerycznych w języku średniego poziomu (FORTRAN).
- C3.** Nabycie umiejętności posługiwania się modelami numerycznymi do analizy właściwości układów fizycznych (analiza wpływu parametrów kontrolnych, reprezentacja graficzna etc.)
- C4.** Poszerzenie wiedzy z zakresu fizyki ogólnej.
- C5.** Nabycie wiedzy teoretycznej w zakresie wybranych zaawansowanych metod numerycznych stosowanych w fizyce.
- C6.** Nabycie umiejętności zwięzłego i klarownego ustnego sprawozdania z wykonanego projektu.
- C7.** Nabycie umiejętności pracy samodzielnej i współpracy w niewielkiej grupie.
- C8.** Nabycie umiejętności samodzielnego pozyskiwania literatury i korzystania z niej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01** zna podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnień matematycznych występujących w fizyce: miejsca zerowe funkcji, ekstrema funkcji, pochodne i kwadratury, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe (zagadnienie wartości początkowej, wartości brzegowych oraz zagadnienie własne).
- PEU\_W02** zna podstawowe elementy programowania w języku średniego poziomu, zna podstawowe elementy oraz składnię języka FORTRAN.
- PEU\_W03** zna zaawansowane modele wybranych układów fizycznych (np. studnia kwantowa, światłowod, dyfuzja stacjonarna, mechanika układu wielu ciał, złożone układy elektrostatyczne)

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01** umie tworzyć algorytmy i programować zagadnienia numeryczne.
- PEU\_U02** umie wykorzystywać modele numeryczne do analizy własności fizycznych układów (testowanie programu, analiza zbieżności ze względu na parametry kontrolne, pozyskiwanie wyników) .
- PEU\_U03** umie reprezentować wyniki w postaci graficznej, interpretować je i prezentować w formie wypowiedzi ustnej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01** umie współpracować w niewielkim zespole nad rozwiązaniem problemu.
- PEU\_K02** potrafi określić priorytety w realizacji zadania, określić kolejność i czas realizacji odpowiednich jego etapów.
- PEU\_K03** rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania się, w tym samokształcenia; rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
<b>La1</b>	Tablicowanie funkcji 1D i 2D (FORTRAN). Reprezentacja graficzna funkcji i dopasowanie funkcji analitycznej do zbioru danych (GNUPLOT). Opracowanie programu i wyznaczanie stanów i energii własnych prostokątnej studni kwantowej.	2
<b>La2</b>	Badanie zbieżności algorytmów numerycznego różniczkowania i całkowania. Opracowanie programu i badanie dyfrakcji światła na szczelinie i siatce dyfrakcyjne.	4
<b>La3</b>	Badanie jakości oraz zbieżności algorytmów całkowania równań różniczkowych. Opracowanie programu i badanie wahadła fizycznego jako potencjalnego wzorca jednostki czasu.	4
<b>La4</b>	Opracowanie programu i badanie dynamiki układu planetarnego. Zastosowanie kryterium zachowanie energii i momentu pędu do badania zbieżności algorytmu Verleta.	4
<b>La5</b>	Badanie różnych podejść do zagadnienia wartości brzegowych; badanie zbieżności algorytmu Numerowa-Cowlinga. Opracowanie programu i wyznaczanie pola grawitacyjnego dla różnych sferycznie symetrycznych rozkładów masy.	4
<b>La6</b>	Testowanie Metody „strzałów”. Opracowanie programu i wyznaczanie modów własnych fali elektromagnetycznej w cylindrycznym światłowodzie.	4
<b>La7</b>	Zastosowanie metody różnic skończonych i algorytmu eliminacji Gaussa rozwiązywania układu równań do badania dyfuzji stacjonarnej – dyfuzja ciepła w niejednorodnej ścianie.	4
<b>La8</b>	Zastosowanie metody elementów skończonych do badania rozkładów pól w układach elektrostatycznych – kondensator cylindryczny	4
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1.** Wykład tradycyjny
- N2.** Praca z komputerem pod nadzorem prowadzącego laboratorium, w tym praca w małym 2-3 osobowym zespole
- N3.** Sprawozdania z ćwiczeń w formie prezentacji ustnych
- N4.** Konsultacje indywidualne z prowadzącym kurs
- N5.** Praca własna, w tym praca własna z komputerem
- N6.** Praca własna – studia literaturowe

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>F1</b>	<b>PEU_U01</b> <b>PEU_U02</b> <b>PEU_U03</b> <b>PEU_W02</b> <b>PEU_W03</b>	Sprawozdania ustne z realizowanych projektów  Kolokwia ustne w czasie zajęć laboratoryjnych
<b>F2</b>	<b>PEU_K01</b> <b>PEU_K02</b> <b>PEU_K03</b>	Ocena pracy studenta w czasie zajęć w laboratorium
<b>P= 0.8*F1+0.2*F2</b>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] P.Scharoch, *Computational Methods in Physics* (skrypt opracowany przez opiekuna przedmiotu)
- [2] Steven E. Koonin, Dawn C. Meredith, *Computational Physics*, Addison-Wesley, 1990

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] P.K.MacKeown and D.J.Newman, *Computational Techniques in Physics*, Adam Hilger, 1987.
- [4] D.W. Heermann, *Podstawy symulacji komputerowych w fizyce*, WNT, Warszawa 1997.
- [5] P.L.De Vries, *A first course in Computational Physics*, John Wiley, 1994.
- [6] A.L. Garcia, *Numerical Methods for Physics*, Prentice Hall Inc., 1994.
- [7] W.H.Press, B.P.Flannery, S.A.Teukolsky, W.T.Vettering, *Numerical Recipes*, Cambridge University Press, 1987.
- [8] Tao Pang, *Metody obliczeniowe w fizyce*, PWN SA, Warszawa 2001.

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

Dr hab inż. Paweł Scharoch, pawel.scharoch@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Mikroelektroniczne układy analogowe i cyfrowe</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Microelectronic analog and digital integrated circuits 1</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Fotonika</b>	
Poziom i forma studiów: <b>I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	40			
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)	X				
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1,5			

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs: Obwody elektryczne 1 – wykład (ETP002038W)
2. Zaliczony kurs: Przyrządy i układy półprzewodnikowe 1 – wykład (ETP002061W)

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie typów, właściwości i zastosowań mikroelektronicznych układów scalonych analogowych i cyfrowych
- C2 Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie metod projektowania prostych układów i systemów elektronicznych złożonych z mikroelektronicznych układów scalonych.
- C3 Nabycie umiejętności w zakresie projektowania prostych układów i systemów elektronicznych złożonych z mikroelektronicznych układów scalonych i elementów dyskretnych.



--

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie typów, właściwości i parametrów projektowych analogowych i cyfrowych układów mikroelektronicznych
- PEU\_W02 Ma podstawową wiedzę w zakresie metod obliczania prostych układów oraz systemów elektronicznych i optoelektronicznych z elementami dyskretnym i układami scalonymi

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi zastosować poznane metody do obliczania prostych układów elektronicznych i optoelektronicznych z układami scalonymi i elementami dyskretnymi

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Rozumie potrzebę samodzielnego doksztalcania, wykorzystuje współczesne środki przekazu do pozyskiwania potrzebnych informacji

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Program wykładu, warunki zaliczenia. Sposoby opisu układów elektronicznych. Podstawowe elementy półprzewodnikowe – diody prostownicze, Zenera, pojemnościowe, LED, lasery diodowe.	2
Wy2	Tranzystory bipolarne, proste układy, metody rachunkowe.	2
Wy3	Wzmacniacze tranzystorowe, uproszczona metodyka analizy tych układów. Tranzystor jako klucz elektroniczny. Tranzystory polowe JFET, MOSFET jako podstawa technologii układów scalonych. Inwerter CMOS.	2
Wy4	Tranzystorowy wzmacniacz różnicowy – podstawowy element wzmacniaczy operacyjnych, uproszczona analiza, właściwości struktur różnicowych.	2
Wy5	Wzmacniacz operacyjny, modele wzmacniacza idealnego i rzeczywistego. Równania Kirchhoffa wzmacniacza ze sprzężeniem zwrotnym, układ wzmacniający odwracający i nieodwracający.	2
Wy6	Sprzężenie zwrotne, zasada sprzężenia zwrotnego, czwórnikowy schemat blokowy, równania. Podstawowe typy ujemnego sprzężenia zwrotnego ujemnego (USZ). Właściwości układów z USZ.	2
Wy7	Właściwości częstotliwościowe wzmacniaczy operacyjnych – charakterystyki częstotliwościowe. Odpowiedź na skok jednostkowy, współczynnik <i>Slew Rate</i> . Wymiana wzmocnienia i pasma.	2
Wy8	Przykłady prostych filtrów aktywnych RC I i II rzędu i ich charakterystyki częstotliwościowe. Wykresy Bodego.	2
Wy9	Dodatknie sprzężenie zwrotne w układach ze wzmacniaczami operacyjnymi, generatory sygnałów sinusoidalnych RC i LC. Układy	2

	wzmacniaczy operacyjnych z elementami nieliniowymi.	
Wy10	Struktury złożone ze wzmacniaczy operacyjnych. Wzmacniacze instrumentalne. Wzmacniacze <i>rail - to - rail</i> , w pełni różnicowe, o małym poborze energii, z pojedynczym zasilaniem.	2
Wy11	Komparator napięcia, komparator napięcia z histerezą, charakterystyki. Przetwornik cyfrowo – analogowy, układ ze źródłami prądowymi. Przetwornik cyfrowo – analogowy z siecią rezystorów.	2
Wy12	Przetwornik analogowo-cyfrowy z podwójnym całkowaniem. Przetworniki analogowo-cyfrowe typu <i>flash</i> oraz z kompensacją wagową.	2
Wy13	Przetworniki analogowo-cyfrowe. Schematy blokowe, zasady działania, właściwości.	2
Wy14	Sygnaly i układy logiczne. Standard sygnałów TTL. Układy scalone SSI. Funkcje logiczne, podstawowe funktry. Tablice prawdy. Kody binarne.	2
Wy15	Zaliczenie.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczanie układów z diodami prostowniczymi i przełączającymi oraz diodami LED.	1
Ćw2	Stabilizatory napięcia. Układy, obliczanie.	1
Ćw3	Obliczanie układów tranzystorowych 1 – wzmacniacz w układzie WE. Podstawowe zasady.	1
Ćw4	Obliczanie układów tranzystorowych 2 – wzmacniacz w układzie WE. Wzmacniacz różnicowy.	1
Ćw5	Wtórnik napięcia, źródło prądowe, klucz tranzystorowy, układ Darlingtona.	1
Ćw6	Wzmacniacz operacyjny, układy ze sprzężeniem zwrotnym 1 – metody obliczeniowe.	1
Ćw7	Wzmacniacz operacyjny, układy ze sprzężeniem zwrotnym 2 – przykłady projektowo – obliczeniowe.	1
Ćw8	Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych układów ze sprzężeniem zwrotnym.	1
Ćw9	Przetworniki sygnałów I/U. Współpraca z czujnikami o wyjściu prądowym	1
Ćw10	Źródła prądowe, VCCS. Układ NIC.	1
Ćw11	Generator napięcia sinusoidalnego – z mostkiem Wiena, oscylatory z obwodami rezonansowymi.	1
Ćw12	Generator sygnału prostokątnego.	1
Ćw13	Komparator napięcia, komparator z histerezą.	1
Ćw14	Metody analizy układów logicznych kombinacyjnych. Układy cyfrowe.	1
Ćw15	Zaliczenie	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład tradycyjny
2. Ćwiczenia rachunkowe
3. Krótkie prace pisemne – testy sprawdzające – stosowane na ćwiczeniach
4. Proste zadania indywidualne, wykonywane poza zajęciami zorganizowanymi

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	1. Ocena z kolokwium 2. Obecność (do 10 %)
F2	PEU_U01	1. Krótkie prace pisemne – sprawdziany umiejętności 2. Kolokwium

P – wykład – ocena z kolokwium, obecność do 10%, samodzielne rozwiązanie zadania indywidualnego w razie możliwości uzyskania oceny celującej,  
P – ćwiczenia – średnia z ocen z testów sprawdzających i kolokwium.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, cz. I, II. WKŁ, 2009.
- [2] Filipkowski A., Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe, WNT, 2006.
- [3] Górecki P., Wzmacniacze operacyjne. BTC, 2002.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Nadachowski M., Kulka Z., Analogowe układy scalone, WKŁ, 1987.
- [2] Rusek M., Pasierbiński J., Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach. WNT, 2003.

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

**Janusz Ociepka**

**janusz.ociepka@pwr.wroc.pl**

## WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim Mikroelektroniczne układy analogowe i cyfrowe 2

Nazwa w języku angielskim Microelectronic analog and digital integrated circuits 2

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna

Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika

Stopień studiów i forma: I / ~~II~~ stopień\*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~\*Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~\*

Kod przedmiotu

Grupa kursów TAK / ~~NIE~~\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		25		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,0		0,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

- Zaliczony kurs: Mikroelektroniczne układy analogowe i cyfrowe 1 - wykład i ćwiczenia (kurs **ETP002068**)

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie rodzin i typów analogowych i cyfrowych scalonych układów elektronicznych oraz ich podstawowych właściwości i charakterystyk
- C2 Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie metod projektowania układów złożonych z analogowych i cyfrowych układów scalonych, zasad doboru układów, adekwatnych metod rachunkowych
- C3 Nabycie umiejętności wykonania prac projektowych na podstawowym poziomie, obejmujących zastosowanie mikroelektronicznych układów scalonych w dziedzinie elektroniki, fotoniki i optoelektroniki.
- C4 – Nabycie umiejętności wykonania stosownych eksperymentów z układami elektronicznymi zawierającymi elementy scalone.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie właściwości i parametrów projektowych analogowych i cyfrowych układów mikroelektronicznych

PEK\_W02 Ma podstawową wiedzę w zakresie układów i systemów elektronicznych i optoelektronicznych złożonych z układów scalonych i elementów optoelektronicznych oraz metod ich projektowania

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Potrafi wykonać prace projektowe na podstawowym poziomie, obejmujące zastosowanie mikroelektronicznych układów scalonych w dziedzinie elektroniki, fotoniki i optoelektroniki

PEK\_U02 Potrafi wykonać stosowne eksperymenty z mikroelektronicznymi układami scalonymi..

PEK\_U03 Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 Rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania, umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Program wykładu, warunki zaliczenia. Repetytorium: charakterystyki rodzin dyskretnych elementów półprzewodnikowych i układów scalonych. Powiązania z technologią elektroniczną, miniaturyzacja obudów i technologia łączenia elementów scalonych.	2
Wy2	Układy cyfrowe – przerzutniki wyzwalane zboczem. Scalone układy sekwencyjne MSI zbudowane z przerzutników, diagramy czasowe. Rejestry przesuwające, typy rejestrów.	2
Wy3	Układy czasowe, multiwibratory monostabilne, odmierzanie odcinków czasu, zegary czasu rzeczywistego. Pomiar częstotliwości i odcinków czasu za pomocą liczników. Liczniki asynchroniczne i synchroniczne.	2
Wy4	Cyfrowe dzielniki częstotliwości. Detektory fazoczułe, generatory VCO, pętle fazowe, powielanie częstotliwości.	2
Wy5	Wzmacniacze fazoczułe ( <i>lock-in-amplifier</i> ), zastosowanie. Modulacje AM i FM, modulacje cyfrowe, modulatory i demodulatory scalone.	
Wy6	Elektroniczne scalone wzorce napięcia, częstotliwości, wzorce rezystancji i pojemności. Rezonatory kwarcowe. Generatory DDS.	2
Wy7	Półprzewodnikowe scalone czujniki wielkości nieelektrycznych – temperatury, ciśnienia, promieniowania świetlnego.	2
Wy8	Układy kondycjonujące do czujników, zbudowane z elementów scalonych analogowych. Transoptory, transoptory liniowe, izolacja galwaniczna.	2
Wy9	Tory kondycjonowania sygnałów, scalone multipleksery sygnałów analogowych, układy sample/hold, przetworniki analogowo-cyfrowe do systemów mikroprocesorowych.	
Wy10	Wyświetlacze LED, wyświetlacze LCD, sterowanie cyfrowe.	2

	Zagadnienia elektroniczne w wykorzystaniu diod LED światła białego.	
Wy11	Mikrokontrolery, rodziny mikrokontrolerów 8, 16 i 32 - bitowych. Procesory DSP. Bloki funkcjonalne mikrokontrolerów, porty, rejestry, liczniki, <i>watch-dog</i> , pamięci, bloki mnożące.	2
Wy12	Magistrale trójstanowa, porty magistrali. Układy scalone z trójstanowymi portami. Zarządzanie magistralami.	2
Wy13	Sprzęganie mikrokontrolerów z przetwornikami wielkości nieelektrycznych, interfejsy szeregowy i równoległy. Przykłady. Programowanie mikrosystemów – narzędzia i środki wspomagające.	2
Wy14	Tendencje rozwojowe w dziedzinie elektronicznych układów scalonych, układy programowalne, mikrosensory.	2
Wy15	Zaliczenie	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie. Układy zasilania urządzeń elektronicznych, układy przetwarzania AC/DC, scalone stabilizatory napięcia. Oscyloskop cyfrowy i woltomierz cyfrowy jako podstawowe narzędzia pracy.	3
La2	Wzmacniacze operacyjne, wzmacniacze ze sprzężeniem zwrotnym, pomiary charakterystyk statycznych i charakterystyk częstotliwościowych.	3
La3	Filtry aktywne RC, projekt filtra według indywidualnych założeń. Symulacja układu filtra w środowisku CAD.	3
La4	Praktyczna realizacja projektu filtra aktywnego, pomiary sprawdzające.	3
La5	Generatory sygnałów sinusoidalnych – układy Wiena, Colpitts'a. Sprawdzenie działania układów zaprojektowanych w środowisku Microcap. Eksperyment kontrolny.	3
La6	Cyfrowe układy czasowe, układy monostabilne, generatory sygnałów prostokątnych. Projekt, eksperyment kontrolny.	3
La7	Układy kombinacyjne z brankami, multiplekserami i dekodernami. Realizacja układu kombinacyjnego. Binarne reprezentacje informacji.	3
La8	Układy sekwencyjne z licznikami i rejestrkami. Podzielniki częstotliwości. Zamiana postaci informacji cyfrowej z szeregową na równoległą.	3
La9	Cyfrowe układy arytmetyczne.	3
La10	Zaliczenie, odrabianie zaległości.	3
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny
N2. Indywidualne proste zadania projektowe o tematyce dotyczącej systemów z mikroelektronicznymi układami scalonymi.
N3. Ćwiczenia laboratoryjne
N4. Krótkie prace pisemne - testy sprawdzające – stosowane na ćwiczeniach laboratoryjnych
N5. Sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych.
N6. Komputer i oprogramowanie wspomagające do ćwiczeń laboratoryjnych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02	1. Ocena z kolokwium 2. Obecność (do 10 %) 3. Zadania indywidualne
F2	PEK_U01 PEK_U02	1. Krótkie prace pisemne – testy sprawdzające 2. Sprawozdania z prac laboratoryjnych, rozwiązywane poza zajęciami zorganizowanymi. 3. Ocena sprawności wykonania zadania laboratoryjnego
<p>P – wykład – ocena z kolokwium, obecność do 10%, samodzielne rozwiązanie indywidualnego zadania typu projektowego do 15%,  P – laboratorium – średnia z ocen z testów sprawdzających i ocen ze sprawozdań z uwzględnieniem ogólnej oceny ze sprawności wykonania zadań laboratoryjnych.</p>		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, cz. I, II. WKŁ, 2009.
- [2] Filipkowski A., Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe, WNT, 2006.
- [3] Kalisz J., Podstawy elektroniki cyfrowej, WKŁ, 1999.
- [4] Górecki P., Wzmacniacze operacyjne, BTC, 2002.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Nadachowski M., Kulka Z., Analogowe układy scalone, WKŁ, 1987.
- [2] Wilkinson B., Układy cyfrowe, WKŁ, 2000.

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

**JANUSZ OCIEPKA**

**janusz.ocieпка@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Modelowanie i druk 3D</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: 3D modeling and printing</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / <del>II</del> stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b><del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	.....
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			50		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1.5		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza z zakresu programowania.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Uzyskanie wiedzy z zakresu modelowania 3D oraz optymalizacji modeli pod kątem wydruków.

C2 Nabycie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne z zakresu druku 3D. W szczególności dotyczącej: stosowanych materiałów, typów drukarek, obróbki wydruków (szlifowanie i łączenie elementów).



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących tworzenia modeli 3D z przeznaczeniem do wydruku.

PEU\_W02 ma ogólną wiedzę na temat aspektów technicznych druku 3D w tym: typów drukarek, materiałów drukarskich, obróbki wydruków.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi posługiwać się programami do modelowania 3D w celu utworzenia i optymalizacji modeli do druku.

PEU\_U02 potrafi wykonać wydruk 3D spełniający określone wcześniej założenia pod względem funkcjonalności i wytrzymałości mechanicznej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi konsultować się w grupie studenckiej i wyciągać wnioski z doświadczenia innych osób pracujących nad podobnymi modelami.

PEU\_K02 współpracuje w grupie w celu utworzenia jednego modelu 3D z części tworzonych przez wiele osób.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wstęp do druku 3D, podstawowe informacje o drukarkach, materiałach, BHP, pierwsze wydruki	3
La2	Tworzenie modeli 3D z przeznaczeniem do druku	2
La3	Oprogramowanie tnące, druk przygotowanych wcześniej modeli	2
La4	Optymalizacja wydruków pod względem mechanicznym i techniki druku	2
La5	Przygotowanie funkcjonalnego modelu z elementów zaprojektowanych i drukowanych przez poszczególnych uczestników kursu	4
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Laboratorium wyposażone w drukarki 3D
- N2. Zasoby cyfrowe, materiały dotyczące druku 3D i modelowania
- N3. Konsultacje
- N4. Praca własna

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Kartkówka
F2	PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01	Ocena za optymalizację i wydruk dostarczonego przez prowadzącego modelu
F3	PEU_U01 PEU_K01	Ocena przygotowanego modelu rozwiązującego przedstawiony problem np. element o określonej wytrzymałości mechanicznej, śruba i nakrętka o zadanym gwincie
F4	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena jakości przygotowanych części do modelu składanego przez całą grupę
P – laboratorium: ocena średnia z kartkówki oraz za wykonane modele i wydruki		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

**literatura PODSTAWOWA:**

- [1] B. Redwood, F. Schöffler, B. Garret, The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications, 2017, 3D Hubs B.V.
- [2] J. Prusa, 3D Printing Handbook, 2018, Prusa Research s.r.o
- [3] Blender Reference Manual, online: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html>

**literatura UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Baza wiedzy Prusa: <https://help.prusa3d.com/en/>
- [2] Samouczki wbudowane w program Autodesk Fusion 360

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr inż. Mateusz Popek ([mateusz.popek@pwr.edu.pl](mailto:mateusz.popek@pwr.edu.pl))

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Nanostruktury koloidalne</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Colloidal nanostructures</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50			100	50
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	2			4	2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				4	2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5			1.0	1.5

\*niepotrzebne skreślić

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

Zaliczone kursy:

1. Podstawy chemii ogólnej
2. Wstęp do fizyki ciała stałego

#### CEL PRZEDMIOTU

C1. Celem kursu jest zapoznanie studentów z metodami syntezy materiałów nanokrystalicznych oraz technologicznymi metodami kontroli parametrów fizycznych materiałów nanokrystalicznych.

C2. Celem kursu jest zapoznanie studentów ze współczesnymi zastosowaniami materiałów nanokrystalicznych.

C3. Celem kursu jest zapoznanie studentów z podstawowymi procesami fizykochemicznymi zachodzącymi w nanostrukturach koloidalnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 posiada podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu nanostruktur i nanokryształów półprzewodnikowych

PEU\_W02 posiada podstawową wiedzę dotyczącą zasad bezpiecznego eksperymentowania i zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym przy projektowaniu prostego układu optycznego i elektronicznego.

PEU\_U02 potrafi zaplanować i przeprowadzić prosty eksperyment spektroskopowy; potrafi przeprowadzić jego symulację komputerową i dokonać pomiarów na samodzielnie zestawionym stanowisku pomiarowym oraz zinterpretować i porównać wyniki otrzymane drogą symulacji i eksperymentu.

PEU\_U03 potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną w języku polskim na temat realizacji badań oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania, w tym samodoksztalcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

PEU\_K02 potrafi pracować samodzielnie i w grupie, umie przyjąć na siebie rolę kierowniczą.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy 1	Wprowadzenie – rys historyczny, różnice pomiędzy epitaksjalnymi, a koloidalnymi nanostrukturami, motywacje do badań nad nanostrukturami koloidalnymi, itp.	2
Wy 2-3	Podstawy fizyki ciała stałego, fizyki nanostruktur, chemii, termodynamiki, elektroniki, biologii w kontekście syntezy oraz aplikacji materiałów nanokrystalicznych.	4
Wy 4	Ogólny przegląd metod otrzymywania nanostruktur. Szczegółowy opis metod syntezy nanokryształów zamkniętych w cienkich warstwach tlenkowych – podstawy, problemy, perspektywy, przykłady badań prowadzonych na Wydziale PPT.	2
Wy 5-7	Metody syntezy nanokryształów koloidalnych – mechanizmy wzrostu, problemy, perspektywy, przykłady badań prowadzonych na Wydziale PPT. Otrzymywanie nanokryształów w geometrii rdzeń-płaszcz. Otrzymywanie struktur hybrydowych. Metody otrzymywania cienkich warstw nanokrystalicznych. Metody samoorganizacji nanostruktur w układy 2D i 3D.	6

Wy 8-9	Podstawowe zjawiska i procesy fizyczne występujące w nanostrukturach koloidalnych (ekscytony, bi-ekscytony, plazmony, procesy Augera, procesy powielania nośników, transfer energii, transfer ładunku,..).	4
Wy 10	Jony ziem rzadkich – właściwości spektroskopowe, przykłady zastosowań w nanomateriałach na podstawie wyników otrzymywanych na Wydziale PPT.	2
Wy 11	Fizyko-chemiczne właściwości pojedynczych nanostruktur koloidalnych.	2
W12-W13	Super-rozdzielcze przestrzenne metody obrazowania pojedynczych nanostruktur koloidalnych. (STED, STORM/PALM, SIM, SOFI, LSFM).	4
Wy 14	Zastosowania nanostruktur koloidalnych w biologii i medycynie.	2
Wy 15	Zastosowania nanostruktur koloidalnych w optoelektronice.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
P1	Zajęcia organizacyjne: zapoznanie z urządzeniami w laboratorium <i>Spektroskopii Materiałów Nanokrystalicznych</i> , przepisy BHP obowiązujące w laboratorium, itp.	1
P2	<i>Pomiar emisji nanokryształów w funkcji mocy.</i> Zapoznanie się z efektami rozmiarowymi, pojęciem gęstości strumienia promieniowania, modelowaniem emisji z układów 3-poziomowych.	4
P3	<i>Pomiar widm wzbudzenia emisji i absorbancji nanokryształów.</i> Zapoznanie się z efektami rozmiarowymi, sposobami wyznaczenia stężenia nanomateriałów w roztworach, eksperymentalnym wyznaczeniem siły oscylatora przejścia oraz różnicami pomiędzy pomiarem absorbancji oraz wzbudzenia emisji.	5
P4	<i>Pomiar widm zaniku emisji nanokryształów.</i> Zapoznanie się z metodologią modelowania krzywych zaniku oraz problemami występującymi podczas tego rodzaju pomiarach.	5
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Zajęcia organizacyjne	2
Se2-Se13	3 prezentacje przygotowywane przez studentów w oparciu o materiały elektroniczne – głównie w języku angielskim	24
Se14-Se15	Prezentacje zespołów studentów (ok. 5 osobowych) dt. prezentacji zaproponowanego przez zespół produktu bazującego na nanomateriałach. <i>Zapoznanie się z zagadnieniami „czystości patentowej”, analizy rynku, zapoznanie się z zagadnieniem stopnia gotowości technologicznej itp.</i>	4
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny
- N2. Wykład z użyciem narzędzi multimedialnych
- N3. Samodzielne wykonanie doświadczeń w laboratorium
- N4. Samodzielne opracowanie i analiza wyników eksperymentalnych
- N5. Samodzielne wykonanie prezentacji multimedialnej

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01, PEU01	Egzamin pisemny i ustny.
P = F1		
F2 (projekt)	PEU_W02, PEU_U01- PEU_U02, PEU01	Sprawozdanie w formie pisemnej z opracowanych i zanalizowanych pomiarów wykonywanych w ramach projektów
P = F2		
F3 (seminarium)	PEU_W01, PEU_U03, PEU01	Speech on specified subject
P = F3		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] *Nanoscale Materials in Chemistry*, Second Edition, Edited by Kenneth J. Klabunde and Ryan M. Richards, 2009 by John Wiley & Sons, Inc.
- [2] *Nanocrystals-Synthesis, Properties and Applications - Series: Springer Series in Materials Science*, Vol. 95, Rao, C.N.R., Thomas, P. John, Kulkarni, G.U. 2007
- [3] *Semiconductor Nanocrystal Quantum Dots: Synthesis, Assembly, Spectroscopy and Applications*, Andrey L. Rogach, Springer 2008
- [4] *Colloids and Colloid Assemblies: Synthesis, Modification, Organization and Utilization of Colloid Particles*, Frank Caruso, John Wiley & Sons 2006
- [5] *Highlights in Colloid Science*, Dimo Platikanov, Dotchi Exerowa, John Wiley & Sons 2009
- [6] *Colloid Science: Principles, Methods and Applications*, Terence Cosgrove, John Wiley & Sons 2010.
- [7] *Functional Coatings: By Polymer Microencapsulation*, Swapan Kumar Ghosh, John Wiley & Sons 2006.
- [8] *Nano-Surface Chemistry*, Morton Rosoff, Taylor & Francis, 2001.
- [9] *Colloid Chemistry II*, Markus Antonietti, Springer 2003.
- [10] *Applied Colloid and Surface Chemistry*, [Richard Pashley](#), [Marilyn Karaman](#), John Wiley & Sons 2005
- [11] *Surface Chemistry*, [A. Goel](#), Discovery Publishing House 2006.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Elektroniczne bazy danych czasopism naukowych: RCS, ACS, IOP, Elsevier

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

Prof. dr hab. inż. Artur Podhorodecki, [artur.p.podhorodecki@pwr.edu.pl](mailto:artur.p.podhorodecki@pwr.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Nowe materiały i struktury niskowymiarowe – wykład monograficzny</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: New low-dimensional materials and structures – monographic lecture</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy-/ wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Fizyka ciała stałego
2. Fizyka półprzewodników

**CEL PRZEDMIOTU**

C1. Celem przedmiotu jest wprowadzenie studentom wiedzy dotyczącej współczesnej fizyki fazy skondensowanej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 potrafi omówić aktualnie badania dotyczące zjawisk fizycznych w fizyce fazy skondensowanej

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi szacować i obliczać podstawowe własności elektronowe nanostruktur

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wiązania w kryształach oraz powierzchnia kryształów	2
Wy2	Nanodrut: mechanizmy wzrostu	2
Wy3	Nanodrut: właściwości optyczne	2
Wy4	Przyrządy półprzewodnikowe na bazie nanodrutów	2
Wy5	Kryształy van der Waalsa: ogólne właściwości	2
Wy6	Otrzymywanie kryształów van der Waalsa	2
Wy7	Kryształy van der Waalsa: struktura pasmowa (obliczenia oraz badania eksperymentalne)	2
Wy8	Ekscytyny w kryształach van der Waalsa	2
Wy9	Kryształy van der Waalsa: właściwości mechaniczne	2
Wy10	Kryształy van der Waalsa: domieszkowanie i kontakty elektryczne	2
Wy11	Heterostrukture na bazie kryształów van der Waalsa, a w tym struktury Moire	2
Wy12	Dynamika nośników w kryształach van der Waalsa oraz heterostrukturach na bazie tych kryształów	2
Wy13	Przyrządy na bazie kryształów van der Waalsa: detektory	2
Wy14	Przyrządy na bazie kryształów van der Waalsa: emitery światła	2
Wy15	Przyrządy na bazie kryształów van der Waalsa: tranzystory	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykłady problemowe – metoda tradycyjna
- N2. Konsultacje



## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] Gautam R Desiraju, Jagadese J Vittal, Arunachalam Ramanan, Crystal Engineering, <http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/8060>

[2] 2D materials: properties and devices, Phaedon Avouris, Tony F. Heinz, Tony Low, Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

[3] 2D Materials for Nanophotonics, Editors: Young Min Jhon Ju Han Lee, Paperback ISBN: 9780128186589, eBook ISBN: 9780128186596, Imprint: Elsevier

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Artykuły i prace przeglądowe publikowane na przełomie ostatnich lat.

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

Prof. Robert Kudrawiec, robert.kudrawiec@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: <b>Obliczenia inżynierskie</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: <b>Engineering computations</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Nanoinżynieria</b>	
Poziom i forma studiów:	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	<b>INP001038L</b>
Grupa kursów	<b>TAK/ NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			50		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1.5		

\*niepotrzebne skreślić

#### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza i praktyczne opanowanie matematyki i algebry z zakresu pierwszego studiów I stopnia
2. Podstawowa wiedza i umiejętności w tematyce algorytmów, struktur danych oraz programowania
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
4. Umiejętność pracy z komputerem w środowisku Windows

#### **CELE PRZEDMIOTU**

C1 Nabywanie wiedzy dotyczącej zastosowania właściwych metod i narzędzi do rozwiązywania wybranych problemów obliczeniowych

- C2 Nabycie umiejętności poprawnego i efektywnego stosowania podstawowych funkcji wybranego pakietu do wykonywania obliczeń naukowych i inżynierskich.
- C3 Opanowanie umiejętności wykorzystywania dokumentacji technicznej oprogramowania, studiowania literatury tematycznej oraz wyszukiwania informacji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metodyki i technik programowania w wybranym środowisku obliczeń numerycznych

PEU\_W02 ma usystematyzowaną i utrwaloną wiedzę z zakresu podstawowych zagadnień przetwarzania danych oraz obliczeń naukowych i inżynierskich, zna podstawowe komendy i funkcje wybranego środowiska obliczeniowego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi sprawnie i efektywnie korzystać z wybranego środowiska obliczeń numerycznych

PEU\_U02 potrafi zaproponować odpowiednią metodę do rozwiązywania wybranych problemów obliczeniowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym samokształcenia; rozumie potrzebę pracy samodzielnie i w grupie

PEU\_K02 potrafi określić priorytety w realizacji zadania, określić kolejność i czas realizacji odpowiednich jego etapów

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La01	Wprowadzenie, nauka obsługi środowiska obliczeniowego.	2
La02	Podstawowe typy danych, operacje na tablicach i macierzach.	2
La03	Łańcuchy znaków, funkcje anonimowe, proste wykresy.	2
La04	Instrukcje warunkowe i pętle. Struktura programu – skrypty i funkcje.	2
La05	Instrukcje przerwania i kontynuacji pętli, obsługa wyjątków.	2
La06	Złożone typy danych – komórki i struktury.	2
La07	Funkcje wejścia/wyjścia - podstawy	2
La08	Funkcje wejścia/wyjścia – wykorzystanie instrukcji textscan	2
La09	Wizualizacja danych – tworzenie i modyfikacja wykresów 2D	2
La10	Wizualizacja danych – tworzenie i modyfikacja wykresów 3D	2
La11	Aproksymacja i interpolacja	2
La12	Podstawy przetwarzania obrazów	2
La13	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych	2
La14	Kolokwium	2
La15	Kolokwium poprawkowe	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Ćwiczenia laboratoryjne w trybie stacjonarnym lub zdalnym - komputer PC z dostępem do pakietu obliczeń numerycznych (MATLAB/OCTAVE)
- N2. Wprowadzenie teoretyczne w formie skróconego wykładu podczas laboratoriów
- N3. Konsultacje
- N4. Zasoby cyfrowe
- N5. Praca własna – opanowanie programu wykładu, przygotowanie do laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Zadania z list rozwiązywane w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych, zadania dodatkowe
F2	PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, sprawdzian w laboratorium komputerowym
P=F1+F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] notatki do wykładów (w języku polskim) udostępnianie w postaci elektronicznej na stronie domowej wykładowcy
- [2] R. Pratap, *MATLAB 7 dla naukowców i inżynierów*, PWN (2010)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] B. Mrozek, Z. Mrozek, *MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika. Wydanie III*, Helion (2010)
- [2] J. Brzózka Jerzy, L. Dorobczyński, *Programowanie w Matlab*, Mikom (1998)
- [3] Rafał Cegiela , Andrzej Zalewski, *Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania*, NAKOM (1996).
- [4] W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling and B.P. Flannery, *NUMERICAL RECIPES*, Cambridge University Press (2007), Edition: 3.
- [5] Tao Pang, *Metody obliczeniowe w fizyce*, PWN (2001).

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

dr inż. Jacek Olszewski, jacek.olszewski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Obwody Elektryczne 1</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Electric Circuits 1</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): .....Fotonika.....</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I , stacjonarna</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: wybieralny</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów TAK</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Znajomość podstaw fizyki
2. Znajomość podstaw matematyki ( w tym rachunku liczb zespolonych )

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się studentów z analizą obwodów liniowych i nieliniowych prądu stałego i przemiennego, w tym z wykorzystaniem praw Ohma, Kirchhoffa, twierdzenia Thevenina, Nortona, zasady superpozycji, metody prądów oczkowych i potencjałów węzłowych, metody symbolicznej
- C2 Zapoznanie się ze zjawiskami rezonansu napięć i prądów, oraz mocy elektrycznej w obwodach RLC przy pobudzeniu sinusoidalnym
- C3 Zapoznanie się z podstawami teorii czwórników, filtrów RLC, transformatorów, przebiegów odkształconych i pojęcia składowych harmonicznyc

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma ogólną wiedzę w zakresie elektryczności i magnetyzmu

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi uzyskiwać informacje z literatury, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie potrzebę wykorzystania nowych technik w działalności inżynierskiej oraz przewidywać skutki podejmowanych prac eksperymentalnych

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład - kod przedmiotu ETP 002038W		Liczba godzin
Wy1	Rezystancje zastępcze sieci rezystorowych. Prawo Ohma. Źródła energii elektrycznej autonomiczne idealne i rzeczywiste.	2
Wy2	Prawa Kirchhoffa. Metoda klasyczna analizy obwodów elektrycznych prądu stałego. Pojęcie źródła napięciowego i prądowego.	2
Wy3	Zasada superpozycji, twierdzenia Thevenina i Nortona w analizie obwodów elektrycznych	2
Wy4	Metoda prądów oczkowych i metoda potencjałów węzłowych w analizie obwodów elektrycznych	2
Wy5	Obwody nieliniowe – metody analizy. Stany nieustalone w obwodach RLC	2
Wy6	Obwody liniowe przy pobudzeniu sinusoidalnym – związki napięciowo prądowe na elementach RLC.	2
Wy7	Prawo Ohma i Kirchhoffa w postaci zespolonej. Analiza prostych obwodów RLC przy pobudzeniu sinusoidalnym	2
Wy8	Podstawowe twierdzenia i zasady dla obwodów liniowych przy pobudzaniu sinusoidalnym i ich zastosowanie w analizie obwodów.	2
Wy9	Moce przy pobudzaniu sinusoidalnym – bilans i dopasowanie. Współczynnik mocy i jego kompensacja.	2
Wy10	Rezonans napięć i rezonans prądów w obwodach elektrycznych.	2
Wy11	Podstawy teorii czwórników. Filtry RLC	2
Wy12	Obwody sprzężone magnetycznie. Transformatory, budowa, rodzaje, sprawność, schematy zastępcze, przenoszenie impedancji.	2
Wy13	Obwody elektryczne trójfazowe. Układy symetryczne i niesymetryczne. Połączenia w trójkąt i w gwiazdę.	2
Wy14	Przebiegi niesinusoidalne. Analiza harmoniczna przebiegów okresowych.	2
Wy15	Podstawowe informacje na temat obwodów o parametrach rozłożonych, elementarne wiadomości o liniach długich.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>FORMA ZAJĘĆ – ĆWICZENIA - kod przedmiotu ETP 002038C</b>		<b>LICZBA GODZIN</b>
Ćw1	Rozwiązywanie obwodów elektrycznych z wykorzystaniem prawa Ohma	1
Ćw2	Rozwiązywanie obwodów elektrycznych metodą klasyczną i metodą przekształcania źródeł	1
Ćw3	Rozwiązywanie obwodów elektrycznych metodą superpozycji, prądów oczkowych i potencjałów węzłowych	1
Ćw4	Rozwiązywanie obwodów elektrycznych metodą Thevenina i Nortona	1
Ćw5	Analiza obwodów elektrycznych RLC w stanach nieustalonych	1
Ćw6	Rozwiązywanie prostych obwodów elektrycznych przy pobudzeniu sinusoidalnym	1
Ćw7	Obliczanie impedancji, admitancji zastępczych za pomocą liczb zespolonych	1
Ćw8	Rozwiązywanie złożonych obwodów elektrycznych przy pobudzeniu sinusoidalnym	1
Ćw9	Zadania z mocy prądu przemiennego i kompensacji współczynnika mocy	1
Ćw10	Zadania z rezonansu napięć i rezonansu prądów	1
Ćw11	Obliczanie parametrów filtrów RLC	1
Ćw12	Rozwiązywanie obwodów elektrycznych z transformatorem jednofazowym	1
Ćw13	Obliczenia obwodów elektrycznych trójfazowych	1
Ćw14	Analiza obwodów niesinusoidalnych	1
Ćw15	Poprawa klasówek - zaliczenia	1
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z prezentacją i dyskusją N2. Konsultacje N3. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	K1FTE_W01	kolokwium
F2 (ćwiczenia)	K1FTE_U01	sprawdziany
F3 (laboratorium)		
P		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Notatki z wykładu
- [2] S. Osowski, K. Siwek, M. Śmiałek, Teoria obwodów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006
- [3] S. Bolkowski, Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa 2003
- [4] K. Cieśliński, A. Syrzycki, Zbiór zadań z elektrotechniki ogólnej Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003
- [5] J. R. Przygodzki, Zbiór zadań z elektrotechniki dla studentów wydziałów nieelektrycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] S. Bolkowski, W. Brociek, H. Rawa, Teoria obwodów elektrycznych. Zadania, WNT, Warszawa 1995
- [2] H. Lindner, Zbiór zadań z elektrotechniki. Część 1 – Prąd stały – obwody, COSIW. SEP. Warszawa 2004
- [3] A. Markiewicz, Zbiór zadań z elektrotechniki, WSiP, Warszawa 2006

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

Zdzisław Synowiec, [zdzislaw.synowiec@pwr.wroc.pl](mailto:zdzislaw.synowiec@pwr.wroc.pl)



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Obwody Elektryczne 2</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Electric Circuits 2</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): ...Fotonika.....</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I, stacjonarna</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: wybieralny</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów NIE</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,0		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstaw fizyki
2. Znajomość podstaw matematyki ( w tym rachunku liczb zespolonych )

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Praktyczne wykorzystanie praw Ohma, Kirchhoffa, twierdzenia Thevenina, Nortona, zasady superpozycji, metody prądów oczkowych i potencjałów węzłowych, metody symbolicznej
- C2 Praktyczne zapoznanie się ze zjawiskami rezonansu napięć i prądów, oraz mocy elektrycznej w obwodach RLC przy pobudzeniu sinusoidalnym
- C3 Praktyczne poznanie teorii czwórników, filtrów RLC, transformatorów, przebiegów odkształconych i pojęcia składowych harmonicznych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

PEU\_U01 Potrafi uzyskiwać informacje z literatury, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

PEU\_K01 Rozumie potrzebę wykorzystania nowych technik w działalności inżynierskiej oraz przewidywać skutki podejmowanych prac eksperymentalnych

Forma zajęć – laboratorium - kod przedmiotu ETP 002038L		Liczba godzin
La1	Nauka korzystania ze źródeł prądu stałego (zasilaczy) i zmiennego (generatorów), multimetrów i oscyloskopów cyfrowych oraz ze sprzętu komputerowego do obróbki wyników pomiarowych	3
La2	Doświadczalna weryfikacja teorii superpozycji	3
La3	Doświadczalna weryfikacja teorii Thevenina i Nortona	3
La4	Badanie stanów nieustalonych w obwodach RL i RC	3
La5	Pomiary mocy czynnej, biernej i pozornej w obwodach RLC. Korekcja współczynnika mocy	3
La6	Badanie rezonansu napięć	3
La7	Badanie rezonansu prądów	3
La8	Pomiary charakterystyk przenoszenia filtrów pasywnych RC i RL	3
La9	Badanie funkcjonowania i pomiar parametrów transformatora akustycznego	3
La10	Powtórzenie ćwiczeń nie wykonanych z powodu nieobecności lub wykonanych źle	3
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych

N2. Konsultacje podczas ćwiczeń

N3. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F3 (laboratorium) P=F3	K1FTE_K01	sprawozdania

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Notatki z wykładu
- [2] S. Osowski, K. Siwek, M. Śmiałek, Teoria obwodów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006
- [3] K. Cieśllicki, A. Syrzycki, Zbiór zadań z elektrotechniki ogólnej Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003
- [4] J. R. Przygodzki, Zbiór zadań z elektrotechniki dla studentów wydziałów nieelektrycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] S. Bolkowski, W. Brociek, H. Rawa, Teoria obwodów elektrycznych. Zadania, WNT, Warszawa 1995
- [2] H. Lindner, Zbiór zadań z elektrotechniki. Część 1 – Prąd stały – obwody, COSIW. SEP. Warszawa 2004
- [3] A. Markiewicz, Zbiór zadań z elektrotechniki, WSiP, Warszawa 2006

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

**Zdzisław Synowiec, [zdzislaw.synowiec@pwr.wroc.pl](mailto:zdzislaw.synowiec@pwr.wroc.pl)**

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Odnawialne źródła energii</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>Renewable energy sources</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Fizyka Techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK-/ NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	20		30		
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)	X				
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.5		1		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
3. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu możliwych sposobów pozyskiwania energii ze źródeł niekonwencjonalnych
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu podstawowych własności termodynamicznych układów

klasycznych

C3 Nabycie wiedzy z zakresu energii jądrowej

C4 Nabycie wiedzy z zakresu podstawowych własności fizycznych płynów

C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie różnych możliwości pozyskiwania energii z niekonwencjonalnych źródeł

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 zna zasady termodynamiki, rozumie metody wyznaczania wielkości termodynamicznych dla układów równowagowych
- PEU\_W02 zna i rozumie prawa fizyki płynów, rozumie metody wyznaczania podstawowych parametrów charakteryzujących przepływ płynów
- PEU\_W03 zna i rozumie zasady funkcjonowania różnych rodzajów niekonwencjonalnych źródeł energii
- PEU\_W04 zna i rozumie zasady działania różnych typów elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii w oparciu o wykorzystywane zjawiska fizyczne.
- PEU\_W05 student nabywa umiejętność szacowania wydajności energetycznej poszczególnych typów elektrowni

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 posługuje się rozwiniętym prostym aparatem analizy matematycznej w celu określenia podstawowych parametrów określających zasoby energetyczne odnawialnych źródeł energii
- PEU\_U02 potrafi omówić podstawowe procesy przekazywania ciepła
- PEU\_U03 podaje budowę jądra atomowego, potrafi wykorzystać prawo rozpadu promieniotwórczego do obliczenia prostych reakcji jądrowych
- PEU\_U04 potrafi zastosować równanie ciągłości i prawo Bernoulliego do określenia mocy elektrowni wodnej.
- PEU\_U05 potrafi opisać mechanizm powstawania wiatru i scharakteryzować czynniki kształtujące energię wiatru, potrafi stosować efekt Magnusa do wyjaśnienia zasady działania turbin wiatrowych
- PEU\_U06 potrafi wyjaśnić zjawisko elektrolizy, potrafi wyjaśnić zasadę działania ogniwa paliwowego w oparciu o podstawowe prawa fizyki
- PEU\_U07 identyfikuje i planuje wykorzystanie lokalnych źródeł energii odnawialnej wykorzystując osiągnięcia nauki i techniki, oraz przekazać informacje i opinie na ich temat

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 zwiększenie otwartości na wiedzę i ciekawości świata, w tym świata zaawansowanej techniki i świata nauki,
- PEU\_K02 dostrzeganie wpływu osiągnięć technologicznych na postęp techniczny, rozwój nauki i ochronę środowiska,
- PEU\_K03 rozwinięcie umiejętności pracy w zespole i wspólnego rozwiązywania problemów
- PEU\_K04 rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do fizyki odnawialnych źródeł energii. Odnawialne i nieodnawialne źródła energii, klasyfikacja źródeł, sposoby przetwarzania i magazynowania energii odnawialnej, bilans energii w atmosferze ziemskiej i na powierzchni, albo do Ziemi, efekt cieplarniany	2
Wy2	Energia jądrowa. Wybrane zagadnienia z fizyki jądra atomowego: budowa jądra, energia wiązania nukleonów, defekt masy, prawo rozpadów promieniotwórczych, reakcje jądrowe. Reaktory atomowe, energia geotermalna, synteza termojądrowa	2
Wy3	Podstawowe zagadnienia z termodynamiki. Procesy przekazywania ciepła. Konwekcja – równanie Newtona, konwekcja swobodna i wymuszona. Przewodność cieplna – prawo Fouriera, przewodzenie ciepła w stanie ustalonym i nieustalony, fala termiczna, głębokość wnikania fali termicznej. Promieniowanie – źródło promieniowania cieplnego, wymiana ciepła przez promieniowanie. Metody badania właściwości termicznych materiałów.	2
Wy4	Energia geotermalna. Potencjał energetyczny, strefy energetyczne wód geotermalnych, rodzaje energii geotermalnej. Pompy ciepła, cykl Carnota.	2
Wy5	Energia wód. Konwersja energii mechanicznej na energię elektryczną. Prawo ciągłości, równanie Bernoulliego. Energia strumienia wody. Energia przekazywana turbinie. Budowa elektrowni wodnych – zasada działania	2
Wy6	Energia wiatru. Co to jest wiatr i jak powstaje, czynniki kształtujące energię wiatru, cykl powietrzny w bilansie promieniowania słonecznego, Prawo Alberta Betz'a, zależność energii wiatru od wysokości, potencjał wiatru, budowa turbin wiatrowych – efekt Magnusa.	2
Wy7	Ogniwa Paliwowe. Zjawisko elektrolizy, reakcje redoks, I prawo Faradaya, II prawo Faradaya, zasada działania ogniwa paliwowych, przemiany energii w ogniwach paliwowych, własności wodoru jako paliwa, magazynowanie i pozyskiwanie wodoru, termodynamika ogniwa paliwowych, sprawność Faradaya, Zjawiska termoelektryczne. Przepływ prądu w przewodnikach, zjawisko Seebecka, zjawisko Peltiera, zjawisko Thomsona, zastosowanie modułów termoelektrycznych w OZE	2
Wy8	Elektrety - wytwarzanie i właściwości. Jony jako źródło energii. Akumulatory statyczne.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Energia wiatru. Wyznaczanie podstawowych charakterystyk elektrowni wiatrowej	5
La2	Charakterystyka elektrolizera oraz ogniwa paliwowych (I i II prawo Faradaya, wydajność energetyczna ogniwa paliwowego)	5
La3	Konwersja energii słonecznej	5

La4	Zjawiska transportu ciepła - badanie współczynnika konwekcji.	5
La5	Wyznaczanie współczynnika przewodności cieplej wybranych materiałów	5
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykłady problemowe – metoda tradycyjna  
 N2. Wykład wspomagany poprzez prezentację multimedialną, pokazy  
 N3. Laboratorium – praca w grupach (metoda tradycyjna)  
 N4. Konsultacje  
 N5. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-lab	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U05, PEU_U06 PEU_W01-W05	odpowiedzi ustne, kartkówki, przygotowanie sprawozdań, umiejętność obsługi sprzętu laboratoryjnego
P-wykład	PEU_U01-PEU_K13	kolokwium, odpowiedź ustna

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bogdanienko J., Odnawialne źródła energii, Warszawa 1989, PWN  
 [2] Lewandowski W.M., Proekologiczne źródła energii odnawialnej, Warszawa, 2002, WNT  
 [3] Jarzębski Z. Energia słoneczna, Warszawa 1990, PWN  
 [4] Rodowicz K., Pompy ciepła, Warszawa 1990, PWN  
 [5] B. Hilczer, J. Małecki, Elektrety i piezopolimery, PWN, Warszawa 1992.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Lubośny Z., Elektrownie wiatrowe w systemie, Warszawa 2006, WNT  
 [2] Szargut J., Termodynamika techniczna, Gliwice 2000, Wyd. Politechniki Śląskiej  
 [3] Praca zbiorowa, Odnawialne i niekonwekcyjne źródła energii – poradnik, Kraków-Tranobrzeg 2008, Wydawnictwo Tarbonus

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

dr hab. inż. Agnieszka Ciżman, [agnieszka.cizman@pwr.edu.pl](mailto:agnieszka.cizman@pwr.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Optoelektroniczna aparatura pomiarowa</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>Optoelectronic devices</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Fizyka Techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		45		
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.8		1.2		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza na temat programowania w językach wysokiego poziomu (WIEDZA),
2. Podstawowa wiedza o składni języka C++ (WIEDZA),
3. Podstawy programowania w języku C++ (UMIEJĘTNOŚĆ),
4. Podstawowa wiedza z zakresu budowy i działania elementów elektronicznych (rezystor, kondensator, dioda, tranzystor) (WIEDZA)

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów ze sposobami tworzenia programów dla Windows  
 C2 Przedstawienie najpopularniejszych interfejsów używanych do komunikacji z aparaturą pomiarową



- C3 Zapoznanie studentów z aktualnie dostępnymi i wykorzystywanymi technologiami w optoelektronicznej aparaturze pomiarowej
- C4 Przedstawienie sposobów pozyskiwania danych z czujników pomiarowych oraz przesyłania ich do komputera
- C5 Zaprezentowanie sposobów sterowania pracą zewnętrznych urządzeń pomiarowych z poziomu komputera

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Utrwalenie wiedzy z zakresu programowania w języku C++.
- PEU\_W02 Podstawowa wiedza dotycząca technologii „NET”.
- PEU\_W03 Podstawowa wiedza na temat tworzenia aplikacji Windows na potrzeby komputerowej obsługi aparatury pomiarowej.
- PEU\_W04 Podstawowa wiedza dotycząca budowy i wykorzystania bibliotek DLL.
- PEU\_W05 Szczegółowa wiedza na temat interfejsów komunikacyjnych wykorzystywanych do sterowania aparaturą pomiarową.
- PEU\_W06 Szczegółowa wiedza dotycząca standaryzacji protokołów komunikacyjnych z aparaturą pomiarową.
- PEU\_W07 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza na temat działania i wykorzystania układów elektronicznych takich jak: wzmacniacze operacyjne, przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe.
- PEU\_W08 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu budowy i działania fotodetektorów oraz źródeł światła.
- PEU\_W09 Podstawowa wiedza na temat reprezentacji danych pomiarowych w pamięci komputera.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umiejętność zaplanowania i wykonania eksperymentów związanych z pomiarami parametrów optycznych i elektrycznych fotodetektorów
- PEU\_U02 Umiejętność oceny przydatności i możliwości wykorzystania nowoczesnych metod pomiarowych w optoelektronice
- PEU\_U03 Umiejętność wykorzystania języków programowania do komputerowej obsługi urządzeń pomiarowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samodoskonalenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technologii przyrządów pomiarowych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny, wynikłych np. z rozwoju technologii układów półprzewodnikowych oraz technik programowania
- PEU\_K02 Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mające na celu kreatywne rozwiązywanie problemów

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Wprowadzenie:</b> podanie literatury do przedmiotu i warunków zaliczenia. <b>Wprowadzenie do języka C++:</b> składnia języka, typy zmiennych, instrukcje	1
Wy2	<b>Technologia „.NET”:</b> filozofia .NET, przestrzenie nazw, zmienne zarządzane i niezarządzane. <b>Microsoft Visual Studio:</b> omówienie środowiska programistycznego <b>Elementy aplikacji Windows Forms:</b> kontrolki systemu Windows, konwersje typów, mechanizm zdarzeń	2
Wy3	<b>Reprezentacja danych pomiarowych w pamięci komputera:</b> tworzenie dynamicznych struktur danych (wektory i macierze), Podstawy operacji na strukturach danych (dostęp do elementów, kopiowanie, przeszukiwanie).	2
Wy4	<b>Biblioteki DLL:</b> przygotowanie i korzystanie z biblioteki DLL	2
Wy5	<b>Interfejsy komunikacyjne:</b> omówienie protokołów komunikacyjnych oraz zastosowania interfejsów: RS232, USB, GPIB	2
Wy6	<b>Wzmacniacze:</b> wzmacniacz operacyjny, układy wykorzystujące wzmacniacze operacyjne <b>Podstawy analizy sygnałów:</b> próbkowanie, filtracja cyfrowa	2
Wy7	<b>Przetworniki:</b> budowa i działanie przetworników analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych	2
Wy8	<b>Źródła i detektory:</b> budowa i działanie fotodetektorów, budowa i działanie źródeł światła (koherentnych i niekoherentnych)	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	<b>Aplikacje Windows Forms:</b> obsługa podstawowych kontrolek	3
La2	<b>Wyznaczanie charakterystyk spektralnej fotodiody:</b> komputerowa obsługa multimetru cyfrowego, sterowanie pracą monochromatora	3
La3	<b>Skalowanie fotodetektorów:</b> sterowanie pracą zasilacza diody laserowej, komputerowa obsługa miernika mocy optycznej oraz multimetru cyfrowego	3
La4	<b>Cyfrowe przetwarzanie sygnałów:</b> komputerowa obsługa karty analogowo-cyfrowej, filtracja cyfrowa, analiza spektralna	3
La5	<b>Pomiar ogniskowej soczewki:</b> komputerowa obsługa cyfrowej kamery wideo, sterowanie pracą silników krokowych, wykorzystanie algorytmu autofocus do oceny ostrego widzenia przedmiotu	3
	Suma godzin	<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)  
N2. Pokaz obsługi aparatury pomiarowej (np. multimetry cyfrowe, karta analogowo-cyfrowa, cyfrowa kamera wideo)  
N3. Obsługa kompilatora języka C++  
N4. Obsługa aparatury pomiarowej: np. multimetry cyfrowe, karta analogowo-cyfrowa, cyfrowa kamera wideo, monochromator, zasilacz diod laserowych, miernik mocy optycznej  
N5. Zadania projektowe dla studentów: np. pomiar charakterystyki spektralnej fotodiody  
N6. Pytania sprawdzające wiedzę studentów: np. budowa i działanie fotodiody

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-lab	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Zadania projektowe. Konstrukcja i oprogramowanie układu pomiarowego. Wykonanie pomiarów.
P-wykład	PEU_W01 ÷ PEU_W09	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 2-3 pytania „otwarte”, dotyczące budowy i działania aparatury pomiarowej. Pytania testowe dotyczące technologii oprogramowania oraz parametrów aparatury pomiarowej.

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Zajewski, *Programowanie w językach C i C++ z wykorzystaniem pakietu Borland C++*,
- [2] M. Owczarek, *Visual C++ 2008, Praktyczne przykłady*
- [3] R. G. Lyons, *Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*
- [4] R. Tadeusiewicz, *Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów*
- [5] P. Horowitz, W. Hill, *Sztuka elektroniki*

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] R. Klette, P. Zamperoni, *Handbook of image processing operators*
- [2] A. Daniluk, *USB, Praktyczne programowanie z Windows API w C++*
- [3] A. Daniluk, *RS 232C - praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera*
- [4] J. Templeman, D. Vitter, *Visual Studio .NET: .NET Framework. Czarna księga*

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

**Dr hab. inż. Sławomir Drobczyński, slawomir.drobczynski@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** Optyka Falowa**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Wave Optics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Fizyka Techniczna**Specjalność (jeśli dotyczy):** Fotonika**Poziom i forma studiów:** I, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu** FTP002009**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	75	75		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	3	3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	3	3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5	1,0	2,0		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza z zakresu optyki geometrycznej
2. Podstawowe umiejętności w zakresie rachunku różniczkowego, całkowego i liczb zespolonych
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
4. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Nabycie wiedzy w zakresie optyki falowej

C2 Nabycie umiejętności w zakresie podstaw obliczania zagadnień dyfrakcyjnych

C3 Nabycie wiedzy w zakresie roli efektów falowych w instrumentach optycznych

C5 Nabycie umiejętności w zakresie przygotowania i prowadzenia prostych eksperymentów w zakresie optyki falowej

C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i wyszukiwania informacji w zakresie optyki falowej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu teorii dyfrakcji i interferencji pozwalającą zrozumieć podstawowe zjawiska optyczne oraz działanie i ograniczenia przyrządów optycznych

PEU\_W02 ma podstawową, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą teorii spójności światła pozwalającą zrozumieć podstawowe zjawiska optyczne oraz działanie i ograniczenia przyrządów optycznych

PEU\_W03 ma elementarną wiedzę z zakresu wektorowej teorii dyfrakcji oraz z zakresu wiązek gaussowskich

PEU\_W04 ma wiedzę z zakresu dyfrakcyjnych elementów optycznych: ich zastosowań i własności

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi ocenić wpływ zjawiska dyfrakcji na działanie układów optycznych

PEU\_U02 potrafi zaplanować i przeprowadzić prosty eksperyment z zakresu optyki falowej

PEU\_U03 potrafi zaproponować dobór właściwego rodzaju elementu dyfrakcyjnego do określonego zadania lub przyrządu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć optyki; potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały; rozumie potrzebę popularyzacji optyki

PEU\_K02 rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania, w tym samodoksztalcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
W1	Wprowadzenie do optyki falowej, technika obliczeń z użyciem fazonów, opis fali, front falowy, interferencja, interferometry	3
W2	Elementy dyfrakcyjne: siatki dyfrakcyjne, soczewki fresnela, cienkie warstwy, kryterium Rayleigha	3
W3	Skalarna teoria dyfrakcji, przybliżenie bliskiego i dalekiego pola, funkcja transmitancji, twierdzenie o uszeregowaniu	3
W4	Filtracja optyczna, odwzorowanie przez soczewkę cienką, Abbego teoria odwzorowania mikroskopowego, korelacja optyczna	4
W5	Teoria dyfrakcji w ujęciu macierzowym, wiązki Gaussa i ich dyfrakcja	4
W6	Teoria spójności czasowej i przestrzennej, paczki falowe, interferometr gwiazdowy, funkcje przenoszenia	5
W7	Holografia, podstawy, zastosowania, holografia syntetyczna, hologramy grube	3
W8	Metoda sPEUtrum kąтового, rozkład pola na fale płaskie, zastosowanie do modelowania układów optycznych, fale zanikające	3
W9	Elementy wektorowej teorii dyfrakcji, odwzorowanie przez soczewkę o dużej aperturze	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ć1	Obliczanie efektów interferencji fal, dyfrakcji na otworach i siatkach dyfrakcyjnych z wykorzystaniem modelu fazonowego	5

Ć2	Obliczanie prostych zagadnień dyfrakcyjnych z użyciem całek dalekiego i bliskiego pola	3
Ć3	Transformaty Fouriera – obliczanie przykładowych zagadnień w optyce	4
Ć4	Rozwiązywanie zadań związanych z teorią rozdzielczości	3
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
L1	Wprowadzenie do laboratorium	5
L2	Dyfrakcja dalekiego pola	5
L3	Dyfrakcja bliskiego pola	5
L4	Ilustracja twierdzenia o uszeregowaniu	5
L5	Filtracja optyczna	5
L6	Badanie funkcji przenoszenia kontrastu	5
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2. Wykład udostępniony w sieci
N3. Ćwiczenia rachunkowe – metoda tradycyjna
N4. Ćwiczenia laboratoryjna w formie demonstracyjnej
N5. Konsultacje
N6. Praca własna – opanowanie programu wykładu, przygotowanie do ćwiczeń i laboratorium

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U03	Odpowiedzi ustne, kolokwium
F2	PEU_U02 PEU_K02	Ocena z ćwiczenia laboratoryjnego
F3	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
P		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *J. R. Meyer-Arendt*, **Wstęp do optyki**, PWN, Warszawa 1977
- [2] *I. Wilk, P. Wilk*, **Optyka fizyczna, część I - dyfrakcja światła**, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 1995
- [3] *S. Szapiel (red.)*, **Laboratorium optyki falowej**, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1985
- [4] *G. B. Parret, B. J. Thompson*, **Notatnik optyki fizycznej**, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1976
- [5] *K. Gniadek*, **Optyczne przetwarzanie informacji**, PWN, Warszawa 1992

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] *F. C. Crawford*, **Fale**, PWN, Warszawa
- [2] *R. Józwicki*, **Teoria odwzorowania optycznego**, PWN, Warszawa 1988
- [3] *W.T. Cathey*, **Optyczne przetwarzanie informacji i holografia**, PWN, Warszawa 1978

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

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Optyka geometryczna</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Geometrical Optics</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Fotonika</b>	
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza i umiejętności z zakresu kursu matematyki i fizyki.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu optyki geometrycznej wraz ze zrozumieniem granic jej stosowności
- C2 Nabycie umiejętności wyznaczenia odwzorowania przez pryzmaty, zwierciadła i soczewki wraz ze zrozumieniem korzyści i wad z nich wynikających
- C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 posiada wiedzę z zakresu stosowania praw optyki geometrycznej do prostych elementów optycznych, rozumie ograniczenie wynikające z tego zjawiska.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zastosować równania optyki geometrycznej do znalezienia odwzorowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumienia konieczności samokształcenia, w tym poprawiania umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na rzeczach istotnych oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Światło jako podstawowe źródło informacji o świecie. Rozwój optyki jako siła napędowa rozwoju nauki. Promienie, fale, fotony- różne poziomy opisu światła. Wielka unifikacja elektryczności i magnetyzmu – fale elektromagnetyczne, równania Maxwella. Sposoby pomiaru prędkości światła.	2
Wy2	Zasady wyznaczania obrazu przy pomocy promienia świetlnego, reguła znaków, optyka pierwszego rzędu, paraksjalny bieg promienia.	2
Wy3	Zwierciadła, soczewki cienkie, powiększenie, tworzenie obrazu.	2
Wy4	Gabarytowy opis układu optycznego, punkty kardynalne, soczewka gruba	4
Wy5	Przysłony polowe i aperturowe oraz ich rola w układach optycznych, apertura numeryczna, otwór względny.	2
Wy6	Podstawowe przyrządy optyczne: lupa, mikroskop, luneta, oko, okular Huyghensa i Ramsdena, teleskopy zwierciadlane. Zdolność rozdzielcza.	2
Wy7	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Prawa odbicia i załamania, zwierciadła płaskie	2
Ćw2	Pryzmat, minimalne odchylenie, rozszczepienie światła, dyspersja, pryzmat achromatyczny	2
Ćw3	Reguła znaków, zwierciadła kuliste, powiększenie, położenie obrazu, konstrukcje obrazu	2
Ćw4	Reguła znaków, soczewki cienkie: dodatnie, obrazy rzeczywiste i pozorne, konstrukcje obrazu	2

Ćw5	Reguła znaków, soczewki cienkie: ujemne, obrazy rzeczywiste i pozorne, konstrukcje obrazu	2
Ćw6	Aberracja chromatyczna soczewki cienkiej, cienki dublet achromatyczny	2
Ćw7	Układy cienkie: dwusoczewkowe lub ze zwierciadłami	2
Ćw8	Kolokwium	2
Ćw9	Soczewki grube – wyznaczanie punktów kardynalnych, konstrukcje obrazu	4
Ćw10	Układ dwóch soczewek grubych- wyznaczenie podstawowych parametrów i odwzorowania	4
Ćw11	Płytką płaskorównoległa - wyznaczenie aberracji promienia	4
Ćw12	Zaliczenie	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem rzutnika multimedialnego i pokazów eksperymentów  
 N2. Ćwiczenia rachunkowe – dyskusja rozwiązań zadań  
 N3. Ćwiczenia rachunkowe – krótkie 10 min. kartkówki  
 N4 Indywidualne projekty do samodzielnego rozwiązania  
 N5 konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Kolokwium pisemne
F2	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Kartkówki, kolokwium, samodzielne projekty
P=F1+F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] [1] Jerzy Nowak, Marek Zajac "Odwzorowanie w układach optycznych", Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011
- [2] J. Nowak, M. Zajac: „Optyka-kurs elementarny” Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 1998
- [3] Eugene Hecht „Optyka”, PWN, Warszawa 2012.
- [4] J. Meyer-Arendt ”Wstęp do optyki”, PWN, Warszawa 1979
- [5] J. Masajada, J. Nowak, A. Popiołek-Masajada, „Zbiór zadań z optyki z rozwiązaniami” Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [6] R. Józwicki „Podstawy inżynierii fotonicznej” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006
- [7] R. Szczeniowski „Fizyka doświadczalna część IV”, PWN, 1963

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** Optyka ośrodków anizotropowych-1**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Optics of anisotropic media-1**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Fizyka Techniczna**Specjalność (jeśli dotyczy):** Fotonika**Poziom i forma studiów:** I / II stopień\*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~\***Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~\***Kod przedmiotu** .....**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza na temat optyki geometrycznej i falowej
2. Znajomość podstaw rachunku wektorowego i macierzowego

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie sposobów opisu stanu polaryzacji światła  
 C2 Poznanie praw propagacji fal świetlnych w ośrodkach dwójłomnych  
 C3 Poznanie metod pomiaru stanu polaryzacji światła i właściwości ośrodków dwójłomnych  
 C4 Poznanie współczesnych konstrukcji przyrządów bazujących na wykorzystaniu stanu polaryzacji światła jako nośnika informacji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### **Z zakresu wiedzy: Student ma podstawową wiedzę na temat**

- PEU\_W01 – metod opisu stanu polaryzacji światła
- PEU\_W02 – metod graficznej prezentacji stanu polaryzacji światła
- PEU\_W03 – zjawiska dwójłomności optycznej
- PEU\_W04 – rodzajów dwójłomności (naturalnej i wymuszonej)
- PEU\_W05 – praw załamania światła spolaryzowanego w ośrodku dwójłomnym
- PEU\_W06 – transformacji stanu polaryzacji światła przez ośrodki dwójłomne, stosowanych formalizmów i opisów
- PEU\_W07 – sposobu syntezy wybranych stanów polaryzacji światła
- PEU\_W08 – metod analizy i pomiaru stanu polaryzacji światła
- PEU\_W09 – metod pomiaru i klasyfikacji ośrodków dwójłomnych w wiązce ortoskopowej i konoskopowej
- PEU\_W10 – różnorodnych metod pomiaru różnicy dróg optycznych, wprowadzanej przez ośrodki dwójłomne
- PEU\_W11 – zastosowań ciekłych kryształów i innych materiałów optycznych w optyce ośrodków anizotropowych

#### **Z zakresu umiejętności: Student potrafi poprawnie i efektywnie zastosować poznane zasady i techniki pomiarowe do jakościowej i ilościowej analizy wybranych zagadnień fizycznych o charakterze inżynierskim:**

- PEU\_U01 – potrafi zsyntetyzować i zanalizować dowolny stan polaryzacji światła
- PEU\_U02 – potrafi sklasyfikować rodzaj dwójłomności wybranych kryształów
- PEU\_U03 – potrafi oszacować i zmierzyć różnicę dróg optycznych, wprowadzanych przez elementy dwójłomne, za pomocą różnorodnych technik pomiarowych
- PEU\_U04 – potrafi zmierzyć inne właściwości ośrodków dwójłomnych

#### **Z zakresu kompetencji społecznych: Nabywanie i utrwalanie kompetencji w zakresie**

- PEU\_K01 – wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy
- PEU\_K02 – wpływu odkryć i osiągnięć optyki na postęp techniczny, społeczny i ochronę środowiska poprzez otwartość na wiedzę i ciekawość odnoszącą się do osiągnięć naukowych i zaawansowanych technologii
- PEU\_K03 – zrozumienie potrzeby ciągłego samodoształcania, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technik pomiarowych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny.
- PEU\_K04 – umiejętność określenia priorytetów w realizacji zadania pomiarowego i określenia kolejności realizacji odpowiednich jego etapów.

### TRZĘŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Fala płaska w ośrodku izotropowym, metody opisu stanu polaryzacji światła	2
Wy2	Wektor Stokesa, sfera Poincare, fala płaska w ośrodku absorbującym	2
Wy3	Fala płaska w liniowo dwójłomnym ośrodku anizotropowym	6

Wy4	Prawa załamania, liniowo dwójłomny ośrodek absorbujący	2
Wy5	Fala płaska w eliptycznie dwójłomnym ośrodku anizotropowym	2
Wy6	Dwójłomność wymuszona	2
Wy7	Transformacje stanu polaryzacji światła przez ośrodki dwójłomne. Macierze Jonesa i Muellera	2
Wy8	Synteza stanu polaryzacji światła. Subiektywne i obiektywne metody analizy stanu polaryzacji światła	2
Wy9	Pomiar właściwości ośrodków dwójłomnych w ortoskopowej wiązce światła	2
Wy10	Polaryskop w świetle białym. Figury konoskopowe	2
Wy11	Pomiar różnicy dróg optycznych z użyciem kompensatorów	2
Wy12	Ciekłe kryształy	2
Wy13	Materiały optyki ośrodków anizotropowych	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacje multimedialne  
 N2. Pokazy i demonstracje eksperymentów  
 N3. Testy sprawdzające wiedzę studenta  
 N4. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 Obecność na wykładach		Sprawdzanie obecności
F2 Aktywność na wykładach		Notatki własne
F3 Egzamin		Ocena
P = 0.1*F1+0.1*F2+0.8*F3 Wykład		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] F. Ratajczyk „Optyka ośrodków anizotropowych”, PWN 1994  
 [2] Strona internetowa <http://www.if.pwr.wroc.pl/~kurzynowski/OOA.html>

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] P. Yeh, C. Gu „Optics of liquid crystal displays”, Wiley & Sons 2010  
 [2] C. Brosseau “Fundamentals of polarized light”, Wiley & Sons 1998

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

**dr hab. inż. Piotr Kurzynowski**

**piotr.kurzynowski@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Optyka ośrodków anizotropowych-2	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Optics of anisotropic media-2	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Fotonika	
<b>Poziom i forma studiów:</b> I / II stopień*, stacjonarna / <del>niestacjonarna</del> *	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> <del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *	
<b>Kod przedmiotu</b>	.....
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			25		
Forma zaliczenia			Egzamin/ zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			0,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza na temat optyki geometrycznej i falowej
2. Znajomość podstaw rachunku wektorowego i macierzowego

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie sposobów opisu stanu polaryzacji światła
- C2 Poznanie praw propagacji fal świetlnych w ośrodkach dwójłomnych
- C3 Poznanie metod pomiaru stanu polaryzacji światła i właściwości ośrodków dwójłomnych
- C4 Poznanie współczesnych konstrukcji przyrządów bazujących na wykorzystaniu stanu polaryzacji światła jako nośnika informacji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### **Z zakresu wiedzy: Student ma podstawową wiedzę na temat**

- PEU\_W01 – metod opisu stanu polaryzacji światła
- PEU\_W02 – metod graficznej prezentacji stanu polaryzacji światła
- PEU\_W03 – zjawiska dwójłomności optycznej
- PEU\_W04 – rodzajów dwójłomności (naturalnej i wymuszonej)
- PEU\_W05 – praw załamania światła spolaryzowanego w ośrodku dwójłomnym
- PEU\_W06 – transformacji stanu polaryzacji światła przez ośrodki dwójłomne, stosowanych formalizmów i opisów
- PEU\_W07 – sposobu syntezy wybranych stanów polaryzacji światła
- PEU\_W08 – metod analizy i pomiaru stanu polaryzacji światła
- PEU\_W09 – metod pomiaru i klasyfikacji ośrodków dwójłomnych w wiązce ortoskopowej i konoskopowej
- PEU\_W10 – różnorodnych metod pomiaru różnicy dróg optycznych, wprowadzanej przez ośrodki dwójłomne
- PEU\_W11 – zastosowań ciekłych kryształów i innych materiałów optycznych w optyce ośrodków anizotropowych

#### **Z zakresu umiejętności: Student potrafi poprawnie i efektywnie zastosować poznane zasady i techniki pomiarowe do jakościowej i ilościowej analizy wybranych zagadnień fizycznych o charakterze inżynierskim:**

- PEU\_U01 – potrafi zsyntetyzować i zanalizować dowolny stan polaryzacji światła
- PEU\_U02 – potrafi sklasyfikować rodzaj dwójłomności wybranych kryształów
- PEU\_U03 – potrafi oszacować i zmierzyć różnicę dróg optycznych, wprowadzanych przez elementy dwójłomne, za pomocą różnorodnych technik pomiarowych
- PEU\_U04 – potrafi zmierzyć inne właściwości ośrodków dwójłomnych

#### **Z zakresu kompetencji społecznych: Nabywanie i utrwalanie kompetencji w zakresie**

- PEU\_K01 – wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy
- PEU\_K02 – wpływu odkryć i osiągnięć optyki na postęp techniczny, społeczny i ochronę środowiska poprzez otwartość na wiedzę i ciekawość odnoszącą się do osiągnięć naukowych i zaawansowanych technologii
- PEU\_K03 – zrozumienie potrzeby ciągłego samodoskonalenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technik pomiarowych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny.
- PEU\_K04 – umiejętność określenia priorytetów w realizacji zadania pomiarowego i określenia kolejności realizacji odpowiednich jego etapów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium	3
La2	Ocena różnicy dróg optycznych za pomocą barw z użyciem płytek falowych	3
La3	Pomiar naturalnej aktywności optycznej	3
La4	Synteza i analiza dowolnego stanu polaryzacji światła	3
La5	Synteza i analiza stanu polaryzacji światła z użyciem prawa Malusa	3
La6	Obserwacje figur konoskopowych	3
La7	Pomiar różnicy dróg optycznych metodą analizy widma	3



La8	Pomiar różnicy dróg optycznych metodą Senarmonta	3
La9	Pomiar właściwości ośrodków dwójłomnych	3
La10	Zajęcia uzupełniające	3
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacje multimedialne  
 N2. Pokazy i demonstracje eksperymentów  
 N3. Testy sprawdzające wiedzę studenta  
 N4. Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 Przygotowanie studenta do ćwiczeń laboratoryjnych		Rozmowa
F2 Umiejętność realizacji zadań postawionych przez prowadzącego		Ocena
F3 Wykonanie sprawozdania		Ocena
P = 0.3*F1+0.3*F2+0.4*F3 Ćwiczenia laboratoryjne		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] F. Ratajczyk „Optyka ośrodków anizotropowych”, PWN 1994  
 [2] Strona internetowa <http://www.if.pwr.wroc.pl/~kurzynowski/OOA.html>

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] P. Yeh, C. Gu „Optics of liquid crystal displays”, Wiley & Sons 2010  
 [2] C. Brosseau “Fundamentals of polarized light”, Wiley & Sons 1998

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

**dr hab. inż. Piotr Kurzynowski**

**piotr.kurzynowski@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki

**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim Pakiety obliczeniowe****Nazwa przedmiotu w języku angielskim Computational packages****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna****Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika\Nanoinżynieria****Poziom i forma studiów: I stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu****Grupa kursów TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)			X		
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,0		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza i praktyczne opanowanie matematyki z zakresu pierwszego semestru studiów I stopnia
2. Podstawowa wiedza i umiejętności w tematyce algorytmów, struktur danych oraz programowania
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
4. Umiejętność pracy z komputerem w środowisku Windows

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej zastosowania właściwych metod i narzędzi do rozwiązywania wybranych problemów obliczeniowych
- C2 Nabycie umiejętności poprawnego i efektywnego stosowania podstawowych funkcji wybranych pakietów obliczeniowych
- C3 Opanowanie umiejętności wykorzystywania dokumentacji technicznej oprogramowania, studiowania literatury tematycznej oraz wyszukiwania informacji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metodyki wykorzystania pakietów algebry komputerowej

PEU\_W02 ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metodyki i technik programowania w wybranym środowisku obliczeń numerycznych

PEU\_W03 ma usystematyzowaną i utrwaloną wiedzę z zakresu podstawowych zagadnień przetwarzania danych i obliczeń naukowych oraz inżynierskich, zna wybrane komendy i funkcje wybranych pakietów obliczeniowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi sprawnie i efektywnie użytkować wybrany system algebry komputerowej

PEU\_U02 potrafi sprawnie i efektywnie korzystać z wybranego środowiska obliczeń numerycznych

PEU\_U03 potrafi zaproponować odpowiednią metodę oraz środowisko do rozwiązywania wybranych problemów obliczeniowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć nauk fizycznych; potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały; rozumie potrzebę popularyzacji fizyki

PEU\_K02 rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym samouczenia się; rozumie potrzebę pracy samodzielnie i w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy01	Sprawy organizacyjne, wprowadzenie.	1
Wy02	Typy danych – tablice i macierze.	1
Wy03	Typy danych – znaki i tablice znaków.	1
Wy04	Programowanie – operacje na danych.	1
Wy05	Programowanie – instrukcje warunkowe i pętle.	1
Wy06	Programowanie – skrypty i funkcje.	1
Wy07	Typy danych – tablice komórkowe i struktury.	1
Wy08	Programowanie – wbudowane funkcje MATLABA.	1
Wy09	Zapis algorytmów, wykorzystanie różnych typów danych.	1
Wy10	Grafika i wizualizacja danych – podstawy.	1
Wy11	Grafika i wizualizacja danych – techniki zaawansowane.	1
Wy12	Funkcje wejścia-wyjścia, operacje na plikach.	1
Wy13	Wybrane aplikacje - elementy numerycznej algebry liniowej.	1
Wy14	Wybrane aplikacje – interpolacja i aproksymacja.	1
Wy15	Wybrane aplikacje – rozwiązywanie równań różniczkowych.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La01	Pakiet algebry komputerowej w przykładach. Pierwsze kroki. Podstawowe pojęcia, struktury i konstrukcje.	1
La02	Elementy programowania. Definiowanie funkcji.	1
La03	Grafika dwuwymiarowa i trójwymiarowa.	1
La04	Rozwiązywanie równań algebraicznych. Elementy algebry liniowej. Przykłady z fizyki.	1
La05	Analiza matematyczna I: granice, pochodne, całki. Przykłady z fizyki.	1
La06	Analiza matematyczna II: funkcje wielu zmiennych, analiza wektorowe, analiza fourierowska. Przykłady z fizyki.	1
La07	Analiza matematyczna III: równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe. Przykłady z fizyki.	1
La08a	Operacje wejścia – wyjścia. Elementy statystyki opisowej.	1
La08b	Wprowadzenie – obsługa środowiska MATLAB.	1
La09	Operowanie składnią i podstawowymi instrukcjami języka programowania w środowisku MATLAB.	1
La10	Doskonalenie techniki programowania, wykorzystanie skryptów i funkcji.	1
La11	Wykorzystanie macierzy, tablic i struktur w środowisku MATLAB.	1
La12	Wizualizacja danych numerycznych – tworzenie wykresów 2D i 3D.	1
La13	Praca z plikami – odczyt i zapis danych.	1
La14	Przykładowe zagadnienia interpolacji i aproksymacji.	1
La15	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna</p> <p>N2. Ćwiczenia laboratoryjne - komputer PC z pakietem algebry symbolicznej i z pakietem do obliczeń numerycznych (MATLAB)</p> <p>N3. Konsultacje</p> <p>N4. Zasoby cyfrowe</p> <p>N5. Praca własna – opanowanie programu wykładu, przygotowanie do laboratorium</p>

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEU_W02 PEU_W03 PEU_U03 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, sprawdzian w laboratorium komputerowym (wykład)
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Zadania z list rozwiązywane w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych, zadania dodatkowe
P=F1+F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A.C. Mituś, R. Orlik, G. Pawlik, *Wstęp do pakietu algebry komputerowej Maple*, (Oficyna Wydawnicza DWSPiT, Polkowice, 2010).
- [2] notatki do wykładów (w języku polskim) udostępnianie w postaci elektronicznej na stronie domowej wykładowcy
- [3] R. Pratap, *MATLAB 7 dla naukowców i inżynierów*, PWN (2010)

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. Heck, *Introduction to Maple*, Springer 1996 (w jęz. angielskim).
- [2] B. Mrozek, Z. Mrozek, *MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika. Wydanie III*, Helion (2010)
- [3] J. Brzózka Jerzy, L. Dorobczyński, *Programowanie w Matlab*, Mikom (1998)
- [4] Rafał Cegiela , Andrzej Zalewski, *Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania*, NAKOM (1996).
- [5] W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling and B.P. Flannery, *NUMERICAL RECIPES*, Cambridge University Press (2007), Edition: 3.
- [6] Tao Pang, *Metody obliczeniowe w fizyce*, PWN (2001).

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

dr inż. Jacek Olszewski, jacek.olszewski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Podstawy analizy danych</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Basics of numerical data analysis</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	<del>obowiązkowy</del> / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			50		
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			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1.5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowe umiejętności posługiwania się komputerem

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z podstawami analizy danych i ich wizualizacją z zastosowaniem komputera
- C2 Nauczenie podstaw analizy danych w programie *Microsoft Excel*
- C3 Nauczenie podstaw pakietu inżynierskiego *OriginLab*
- C4 Nauczenie podstaw analizy danych w programie *gnuplot*

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada podstawową wiedzę o analizie danych numerycznych i ich wizualizacji z wykorzystaniem komputera

PEU\_W02 Posiada wiedzę o zastosowaniach programów: *gnuplot* i *Microsoft Excel* oraz pakietu inżynierskiego *OriginLab* do podstawowej obróbki danych numerycznych i ich wizualizacji

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi korzystać z arkusza kalkulacyjnego

PEU\_U02 Umie korzystać z programów: *gnuplot* i *Microsoft Excel* oraz pakietu *OriginLab* do analizy danych numerycznych i ich wizualizacji

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie konieczność samokształcenia

PEU\_K02 Rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1 – La4	Podstawy analizy danych i ich wizualizacji w programie <i>Microsoft Excel</i>	8
La5	Wprowadzenie do pakietu <i>OriginLab</i>	2
La6	Wizualizacja danych – wykresy 2D	2
La7	Analiza danych – regresja liniowa	2
La8	Analiza danych – metody wygładzania i dopasowania. Definiowanie własnych funkcji	2
La9, La10	Całkowanie, różniczkowanie - zaawansowana obróbka danych	4
La11 – La14	Podstawy analizy danych i ich wizualizacji w programie <i>gnuplot</i>	8
La15	Kolokwium poprawkowe, podsumowanie zajęć	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład problemowy wspomagany przykładami

N2. Strona internetowa z udostępnionymi materiałami dydaktycznymi

N3. Testy sprawdzające stopień przyswajania informacji przez studentów

N4. Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01, PEU_U02	Sprawdziany stopnia opanowania materiału
P	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01, PEU_U02 PEU_K01, PEU_K02	Na podstawie F

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Dokumentacja pakietu *OriginLab* – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych producenta.
- [2] Dokumentacja programu *gnuplot* – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych producenta.
- [3] Dokumentacja pakietu *Microsoft Excel* – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych producenta.

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

**Dr inż. Piotr Sitarek, [Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl](mailto:Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl)**

**Dr inż. Janusz Andrzejewski, [Janusz.Andrzejewski@pwr.edu.pl](mailto:Janusz.Andrzejewski@pwr.edu.pl)**

**Dr hab. Krzysztof Ryczko, [Krzysztof.Ryczko@pwr.edu.pl](mailto:Krzysztof.Ryczko@pwr.edu.pl)**



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Podstawy chemii ogólnej</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>General Chemistry</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/ Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
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	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5	1.5			

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

1. Wiedza i umiejętności z chemii na poziomie podstawowym dla szkoły średniej.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1.** Usystematyzowanie i poszerzenie wiedzy z zakresu chemii ogólnej, w tym krystalografii i krystalochemii. Zrozumienie związku między budową materii a właściwościami fizykochemicznymi.
- C2.** Wprowadzenie w podstawowe zagadnienia dotyczące chemii organicznej. Zaznajomienie studentów z podstawowymi typami związków organicznych i reakcjami, jakim ulegają.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W1 Posługuje się terminologią i nomenklaturą chemiczną.

PEU\_W2 Posiada podstawową wiedzę na temat budowy chemicznej materii ze szczególnym uwzględnieniem budowy ciała stałych (krystalografii, krystalochemii i teorii pasmowej).

PEU\_W3 Rozumie związek pomiędzy budową materii a jej właściwościami. Rozumie relacje między strukturą związków chemicznych a ich właściwościami.

PEU\_W4 Zna klasyfikację związków organicznych w oparciu o grupy funkcyjne.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U1 oparciu o zdobytą wiedzę, potrafi przewidzieć właściwości fizykochemiczne materiałów na podstawie ich składu chemicznego, rodzaju wiązań chemicznych i struktury krystalicznej.

PEU\_U2 Rozróżnia i opisuje budowę i właściwości grup związków organicznych. Rozumie prawa i pojęcia związane z chemią organiczną.

Z zakresu kompetencji społecznych::

PEU\_K1 Rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Część I: Chemia ogólna:		
W1-3	Elementy budowy materii. Układ okresowy, pierwiastki chemiczne. Budowa atomu w ujęciu klasycznym i kwantowym. Przemiany promieniotwórcze.	6
W4-7	Wiązania chemiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe. Natura wiązania chemicznego a właściwości fizykochemiczne materii. Nomenklatura związków nieorganicznych.	8
W8	Struktura faz skondensowanych. Monokryształy, polikryształy i materiały wielofazowe.	2
W9	Mieszanki. Reakcje w roztworach wodnych. Elektrolity.	2
W10-11	Szybkość reakcji chemicznej, równania kinetyczne, teoria kompleksu aktywnego, energia aktywacji. Elementy termodynamiki chemicznej. Kataliza.	4
W12-13	Elektrochemia. Ogniw galwaniczne. Elektroliza.	4
Część II: Chemia organiczna:		

W14	Podstawowe pojęcia w chemii organicznej. Nomenklatura, grupy funkcyjne, teoria strukturalna. Elementy stereochemii.	2
W15	<b>Kolokwium zaliczeniowe</b>	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ć 1	Podstawowe wielkości chemiczne, powtórka	2
Ć 2-3	Budowa atomu. Przemiany promieniotwórcze	4
Ć 4-5	Orbitale atomowe, konfiguracje elektronowe.	4
Ć6-9	Wiązania i oddziaływania chemiczne w ujęciu klasycznym i kwantowym.	8
Ć10-11	Systematyka i nomenklatura związków nieorganicznych.	4
C12-14	Równania chemiczne, bilansowanie, obliczenia stechiometryczne. Reakcje w roztworach wodnych. Hydroliza. Redox.	6
Ć 15	<b>Kolokwium zaliczeniowe</b>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład w formie zdalnej z wykorzystaniem technik audiowizualnych, prezentacji i tabletu graficznego  
 N2. Dyskusja problemowa  
 N3. Konsultacje

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-ów	PEU_W01-W04, PEU_U1-U02, PEU_K1	Dyskusje, kartkówki, kolokwia z ćwiczeń
P-wykład	PEU_W01-W04, PEU_U1-U02, PEU_K1	Kolokwium pisemne (wykład)

### LITERATURA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] L. Jones, P. Atkins. Chemia Ogólna, cząsteczki, materia, reakcje. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.  
 [2] A. Bielański. Podstawy chemii nieorganicznej, t. 1 i 2. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.  
 [3] P. Mastalerz. Elementarna chemia organiczna. Wydawnictwo Chemiczne, Wrocław 2012.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus. Chemia nieorganiczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.  
 [2] P. Masztalerz. Chemia organiczna. Wydawnictwo Chemiczne, Wrocław 2000.  
 [3] J. McMurry. Chemia organiczna. PWN, Warszawa 2007

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

Dr Marlena Gąsior-Głogowska, [marlena.gasior-glogowska@pwr.edu.pl](mailto:marlena.gasior-glogowska@pwr.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Podstawy elektroniki</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Fundamentals of Electronics</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		75		
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	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5		2.0		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Podstawowe umiejętności z zakresu analizy danych w tym analizy niepewności pomiarowych

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy związanej z budową, działaniem i zastosowaniami podstawowych układów elektronicznych
- C2 Zdobycie umiejętności obsługi podstawowych elektronicznych urządzeń laboratoryjnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Student(ka) zna i rozumie pojęcia związane z elementami i układami elektronicznymi

PEU\_W02 Student(ka) posiada wiedzę w zakresie budowy, parametrów i zastosowań podstawowych elementów i układów elektronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Student(ka) potrafi zbudować oraz scharakteryzować podstawowe elementy i układy elektroniczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Student(ka) rozumie rolę elementów i układów elektronicznych w otaczających nas urządzeniach

PEU\_K02 Student(ka) rozumie potrzebę ciągłego samokształcenia oraz poszerzania swojej wiedzy i umiejętności

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia wprowadzające. Elementy RLC: rozpoznawanie elementów, parametry i tolerancja wartości.	2
Wy2	Prawo Ohma, prawa Kirchhoffa, zastosowanie do rozwiązywania i projektowania prostych obwodów elektrycznych.	2
Wy3	Pomiary wielkości elektrycznych, przyrządy pomiarowe.	2
Wy4	Złącza p-n, Schottky'ego oraz MIS. Elementy półprzewodnikowe: diody.	2
Wy5	Tranzystory bipolarne/polowe. Charakterystyki prądowo-napięciowe	2
Wy6	Układy zasilania tranzystora. Wzmacniacz tranzystorowy w różnych konfiguracjach	2
Wy7	Układy zasilające: rodzaje prostowników, stabilizatory napięcia	2
Wy8	Test półówkowy	2
Wy9	Sprzężenie zwrotne w układach elektronicznych.	2
Wy10	Wzmacniacze operacyjne – budowa, charakterystyki, układy pracy.	2
Wy11	Wzmacniacze operacyjne – demonstracja	2
Wy12	Generatory drgań. Przerzutniki.	2
Wy13	Układy cyfrowe. Podstawowe układy logiczne.	2
Wy14	Mieszacze częstotliwości, lock-in amplifier, pętla PLL	2
Wy15	Test końcowy	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do laboratorium. Prezentacja elementów elektronicznych, przyrządów pomiarowych. Nauka lutowania i montażu na płytkach stykowych.	2
La2	Pomiar charakterystyk statycznych tranzystora polowego JFET, Badanie cyfrowych układów elektronicznych TTL.	4
La3	Układ różniczkujący i całkujący RC. Prostownik jedno-i dwupołkowy, układ Graetza	4
La4	Pomiar charakterystyk diod LED. Badanie fotodiody. Pomiar charakterystyk I-U diod półprzewodnikowych (prostowniczej i diod Zenera)	4
La5	Montaż na płytce stykowej stabilizatora napięcia	4
La6	Montaż na płytce stykowej kluczy tranzystorowych	4
La7	Montaż na płytce stykowej przerzutnika astabilnego	4
La8	Odróbka zajęć	4
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.
N2 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
N3 Praca własna – przygotowanie do laboratorium i do testu zaliczeniowego
N4 Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych
N5 Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEU_W01,PEU_W02, PEU_U01,PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego.
F2	PEU_W01,PEU_W02, PEU_K01, PEU_K02	Test połówkowy na wykładzie
F3	PEU_W01,PEU_W02, ,PEU_K01, PEU_K02	Test zaliczeniowy
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2= F2/2+F3/2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] S.Kuta „Elementy i układy elektroniczne” Wyd. AGH, wyd. I 2000 [2] M.Rusek, J.Pasierbiński “Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach” WNT Warszawa 1990  <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] W.Marciniak “Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone” WNT Warszawa 1987
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b> <b>Dr hab. inż. Michał Nikodem, <a href="mailto:michal.nikodem@pwr.edu.pl">michal.nikodem@pwr.edu.pl</a></b>



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<b>PODSTAWY GRAFIKI INŻYNIERSKIEJ</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>BASICS OF ENGINEERING GRAPHICS</b>
Kierunek studiów:	<b>FIZYKA TECHNICZNA</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Nanoinżynieria/Fotonika</b>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		45		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5		1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza ogólnotechniczna na poziomie maturalnym, w tym umiejętność obsługi komputera.
2. Kurs przeznaczony jest dla studentów I roku.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Osiągnięcie przedmiotowych efektów kształcenia.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu **wiedzy**:

- PEU\_W01 poznanie i rozumienie podstawowych pojęć z zakresu grafiki inżynierskiej, norm europejskich rysunku technicznego wykonawczego i złożeniowego (normy PN-ISO 128-24, PN-ISO 129, PN-ISO 965-1, PN-80/N-01616, PN 85/M-82101).
- PEU\_W02 poznanie narzędzia do dwuwymiarowego rysunku inżynierskiego – programu AutoCAD, będącego standardem w dziedzinie projektowania CAD,
- PEU\_W03 poznanie zasad tworzenia rysunku technicznego,
- PEU\_W04 poznanie procesu przygotowywania dokumentacji technicznej do druku,

PEU\_W05 rozumienie konieczności podjęcia dalszego kształcenia w projektowaniu komputerowym i konieczności kształcenia ustawicznego.

Z zakresu **umiejętności:**

PEU\_U01 umiejętność efektywnego korzystania z narzędzia do rysunku technicznego – programu AutoCAD w zakresie dwuwymiarowym,

PEU\_U02 umiejętność wykonania rysunku technicznego,

PEU\_U03 umiejętność wykonania całościowej dokumentacji technicznej w formie elektronicznej,

PEU\_U04 umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy, jej krytycznej analizy, umiejętność skutecznego radzenia sobie z popełnionymi błędami, umiejętność budowania relacji opartych na odpowiedzialności i rzetelności w działaniu.

Z zakresu **kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 udoskonalenie kreatywnego myślenia, skupienia się na rzeczach istotnych i poszerzenie horyzontu myślowego,

PEU\_K02 zwiększenie poczucia konieczności dokończenia się, dostrzeganie wpływu osiągnięć technologicznych na postęp techniczny, rozwój nauki i ochronę środowiska,

PEU\_K03 rozwinięcie zdolności samooceny przy testowaniu własnej pracy, udoskonalenie umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy,

PEU\_K04 utrwalanie odpowiedzialnego postępowania i należytej sumienności w procesie zdobywania wiedzy, a także rozwijanie umiejętności czerpania zadowolenia z wykonanych obowiązków, zadań lub przedsięwzięć,

PEU\_K05 rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności, rozwinięcie skutecznej efektywności radzenia sobie z popełnionymi błędami,

PEU\_K06 podniesienie konkurencyjności naszych absolwentów na rynku pracy.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład zdalny		Liczba godzin
Wy1	Część organizacyjna wykładu: ustalenie wymagań do zaliczenia, omówienie e-materiałów, podanie wykazu literatury i źródeł norm (normy europejskie). Przykłady współczesnych i historycznych rysunków technicznych.	2
Wy2	Wprowadzenie do rysunku komputerowego. Menedżer warstw jako narzędzie podziału treści. Zarządzanie warstwami. Przykłady.	2
Wy3	Przestrzeń modelu a przestrzeń arkusza, projektowanie arkuszy. Skala rysunku. Skala rzutni w przestrzeni arkusza. Zasady tworzenia rzutni rysunku. Tabelka rysunkowa. Przykłady.	2
Wy4	Koncepcja rysowania precyzyjnego w AutoCADzie. Układy współrzędnych: układ kartezjański i układ biegunowy. Omówienie, który układ kiedy stosować. Metody lokalizacji współrzędnych: śledzenie kartezjańskie, śledzenie biegunowe.. Przykłady.	2
Wy5	Krawędzie przedmiotu widoczne i niewidoczne. Zasady korzystania z linii nieciągłych. Przykłady.	2
Wy6	Linie środkowe, zasady stosowania. Tworzenie własnych linii nieciągłych. Przykłady.	2
Wy7	Tworzenie obiektów rysunkowych w AutoCAD-zie. Przegląd.	2
Wy8	Modyfikacje obiektów rysunkowych w AutoCAD-zie. Przegląd.	2

Wy9	Przekroje i kłady. Zasady tworzenia przekrojów. Półprzekrój-półwidok. Przekrój gięty. Przykłady.	2
Wy10	Kreskowanie przekrojów w różnych materiałach. Typy kreskowania. Przykłady.	2
Wy11	Definiowanie własnego wzoru kreskowania (na potrzeby normy europejskiej).	2
Wy12	Wymiarowanie rysunku wykonawczego – zasady. Przykłady.	2
Wy13	Tolerancje, wymiary tolerowane normalne, tolerowanie symboliczne, klasy dokładności, pasowania. Przykłady.	2
Wy14	Rysunek złożeniowy – zasady. Połączenia rozłączne i trwałe. Przykłady	2
Wy15	Konieczność samokształcenia. Oraz końcowy sprawdzian. (Niektóre wykłady kończą się quizem na punkty, które się sumują ze sprawdzianem).	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium zdalne</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zakładanie konta studenta na stronie producenta AutoCAD-a. Aktywacja konta i oczekiwanie na licencję.	2
La2	Wprowadzenie do AutoCADa. Instalacja studenckiego AutoCAD-a na komputerze studenta. Konfiguracja programu.	2
La3	Pierwsze wprawki w AutoCAD-zie. Rysowanie precyzyjne. Rysowanie krawędzi widocznych prostego przedmiotu (krok-po-kroku). Obsługa przestrzeni modelu i przestrzeni arkusza.	2
La4	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La5	Rysowanie linii pod zadanym kątem (w tym kątem prostym) – krok-po-kroku.	2
La6	Tworzenie linii nieciągłych, w tym własne definicje. Zastosowanie linii nieciągłych (krok-po-kroku).	2
La7	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La8	Utworzenie własnej definicji wzoru kreskowania i zastosowanie jej (krok-po-kroku).	2
La9	Tworzenie przekroju przedmiotu z tworzywa (krok-po-kroku).	2
La10	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La11	Rysunek wykonawczy. Wymiarowanie rysunku – krok-po-kroku.	2
La12	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La13	Rysunek złożeniowy modulatora wiązki światła – krok-po-kroku.	2
La14	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La15	Uzupełnienia i poprawki.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład zdalny z multimedialnymi prezentacjami i filmami.
- N2. Pokazy programu AutoCAD na wykładzie.
- N3. Tworzenie projektów w AutoCADzie - krok-po-kroku.
- N4. e-materiały do zajęć na stronie autorki kursu..
- N5. Prowadzenie rysunku metodą krok-po-kroku..
- N6. Zadania projektowe do samodzielnego wykonania.
- N7. Konsultacje on-line i kontakt pocztą elektroniczną.
- N8. Praca własna studenta.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 – PEU_U04, PEU_K01 – PEU_K06	Ocena punktowa z zadań laboratoryjnych częściowych.
F2	PEU_U01 – PEU_U04, PEU_K01 – PEU_K06	Ocena punktowa z quizów.
F3	PEU_W01 – PEU_W05	Wynik sprawdzianu
P		Suma wszystkich uzyskanych punktów.

## Literatura podstawowo i uzupełniająca

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Tadeusz Dobrzański „Rysunek techniczny maszynowy” WNT, 2020.
- [2] Jan Burcan „Podstawy rysunku technicznego”, WNT 2016.
- [3] A.Pikoń „AutoCAD” Helion 2015.
- [4] A.Pikoń „Ćwiczenia w AutoCAD-zie” Helion 2020.
- [5] B.Radojewska – autorskie materiały do zajęć.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Dokumentacja techniczna zainstalowanego oprogramowania  
Materiały nt. AutoCAD-a w Internecie.

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

Dr inż. Beata Radojewska

beata.radojewska@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki

**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim *Podstawy mechaniki analitycznej i elektrodynamiki*Nazwa przedmiotu w języku angielskim *Fundamentals of mechanics and electrodynamics*Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Fizyka Techniczna*Specjalność (jeśli dotyczy): *Nanoinżynieria/Fotonika*Poziom i forma studiów: **I / II-stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna / niestacjonarna\***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany\***

Kod przedmiotu: .....

Grupa kursów **TAK/ NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5	2.0			

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza i umiejętności z fizyki ogólnej na poziomie kursów Fizyka 1 i 2.
2. Znajomość analizy matematycznej na poziomie kursów Analiza matematyczna 1 i 2

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć podstawowej wiedzy z metod rachunku wariacyjnego i umiejętności jej stosowania w analizie zagadnień fizycznych i technicznych.
- C2 Znajomość zasad dynamiki układów złożonych i umiejętność ich stosowania w opisie układów mechanicznych.
- C3 Wiedza dotycząca związku między symetrią układu a zasadami zachowania.
- C4 Znajomość praw elektrodynamiki i umiejętność ich stosowania w opisie własności

elektrostatycznych i magnetostatycznych przewodników, dielektryków i materiałów magnetycznych.

C5 Wiedza dotycząca geometrii czasoprzestrzeni i relatywistycznego opisu pola elektromagnetycznego.

C6. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych dotyczących uczciwej i rzetelnej pracy, samokształcenia i przestrzegania zwyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – wiedza dotycząca równania Eulera-Lagrange'a oraz równania Eulera-Lagrange'a z  $n$  zmiennymi zależnymi i ich znaczenia w rozwiązywaniu zagadnień wariacyjnych.

PEU\_W02 – znajomość zastosowania formalizmu Lagrange'a w mechanice teoretycznej.

PEU\_W03 – wiedza obejmująca metodę mnożników Lagrange'a w rozwiązywaniu zagadnień wariacyjnych z więzami.

PEU\_W04 – wiedza dotycząca związku między symetriami i zasadami zachowania.

PEU\_W05 – znajomość podstaw mechaniki hamiltonowskiej.

PEU\_W06 – znajomość praw elektrodynamiki i umiejętność ich stosowania w opisie własności elektrostatycznych i magnetostatycznych przewodników, dielektryków i materiałów magnetycznych.

PEU\_W07 – wiedza dotycząca geometrii czasoprzestrzeni i relatywistycznego opisu pola elektromagnetycznego.

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – umiejętność stosowania równania Eulera-Lagrange'a oraz równania Eulera-Lagrange'a z  $n$  zmiennymi w rozwiązywaniu zagadnień fizycznych i technicznych.

PEU\_U02 – umiejętność posługiwania się formalizmem Lagrange'a w mechanice teoretycznej.

PEU\_U03 – umiejętność stosowania metody mnożników Lagrange'a w rozwiązywaniu fizycznych i inżynierskich zagadnień z więzami.

PEU\_U04 – umiejętność ilościowej analizy własności elektrostatycznych i magnetostatycznych przewodników, dielektryków i materiałów magnetycznych.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEU\_K02 – analitycznej analizy zjawisk, problemów, zagadnień i procesów społecznych.

PEU\_K03 – pracy zespołowej.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rachunek wariacyjny, równanie Eulera-Lagrange'a dla jednej i wielu współrzędnych zmiennych. Przykłady: problem najkrótszej krzywej, zasada Fermata, zagadnienie brachistochrony.	2
Wy2	Formalizm Lagrange'a w układach mechanicznych: współrzędne uogólnione, funkcja Lagrange'a, zasada najmniejszego działania Hamiltona.	2
Wy3	Niezmienniczość funkcji Lagrange'a i prawa zachowania: pędu, momentu pędu, energii.	3
Wy4	Symetrie a prawa zachowania: twierdzenie Noether.	1
Wy5	Małe drgania: jednowymiarowe drgania swobodne, drgania wymuszone, drgania układów o wielu stopniach swobody. Wahadło złożone.	3

Wy6	Układy z więzami. Mnożniki Lagrange'a. Równania Lagrange'a I rodzaju.	1
Wy7	Formalizm Hamiltona: równania kanoniczne, nawiasy Poissona, prawa zachowania, twierdzenie Liouville'a.	4
Wy8	Elektrostatyka: prawo Gaussa, potencjał skalarny, warunki brzegowe. Równania Poissona i Laplace'a. Separacja zmiennych. Rozwinięcie multipolowe.	3
Wy9	Magnetostatyka: równanie ciągłości, prawa Ampere'a i Biot-Savarta, potencjał wektorowy, warunki brzegowe.	2
Wy10	Elektrodynamika: równania Faraday'a i Ampere'a-Maxwella. Równania Maxwella. Potencjały i pola źródeł zmiennych w czasie. Prawa zachowania w elektrodynamice.	3
Wy11	Pola elektryczne i magnetyczne w materii. Polaryzacja i magnetyzacja. Ośrodki liniowe. Warunki brzegowe. Równania Maxwella w materii.	3
Wy12	Transformacja Lorentza. Geometria czasoprzestrzeni: czteroskalary i czterowektory. Transformacja Lorentza dla pól elektrycznych i magnetycznych. Tensor pola elektromagnetycznego. Elektrodynamika w notacji tensorowej.	3
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Elementy analizy wektorowej. Ruch w polach o określonej symetrii i zachowane wielkości.	2
Ćw2	Siły reakcji. Równania Lagrange'a I rodzaju.	2
Ćw3	Zasada najmniejszego działania. Równania Lagrange'a i funkcja Lagrange'a dla prostych układów fizycznych. Niezmienniczość funkcji Lagrange'a.	4
Ćw4	Małe drgania. Współrzędne normalne.	2
Ćw5	Równania kanoniczne dla prostych układów fizycznych. Swobodna cząstka relatywistyczna.	3
Ćw6	Przepływy w przestrzeni fazowej. Nawiasy Poissona. Całki ruchu.	2
Ćw7	Elektrostatyka: pola i potencjały prostych układów fizycznych. Energia rozkładu ładunków.	4
Ćw8	Metoda rozdzielania zmiennych- współrzędne kartezjańskie i sferyczne	3
Ćw9	Elektrodynamika – prawo indukcji elektromagnetycznej. Pole magnetyczne zależne od czasu.	3
Ćw10	Pola elektryczne w materii: dipol, polaryzowalność atomowa, pole ciała spolaryzowanego, prawo Gaussa w obecności dielektryków.	3
Ćw 11	Pola magnetyczne w materii: dipol magnetyczny, pole ciała namagnesowanego,	<b>2</b>
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład.
N2. Ćwiczenia rachunkowe – rozwiązywanie zagadnień przygotowanych w domu.
N3. Ćwiczenia rachunkowe – krótkie sprawdziany.
N4. Konsultacje.
N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 ÷ PEU_W07	Wykład - egzamin.
P=F1		
F2	PEU_W01 ÷ PEU_W06; PEU_U01 ÷ PEU_U04; PEU_K01-PEU_K03	Ćwiczenia rachunkowe. Kolokwium pisemne.
P=F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] D. J. Griffiths „Podstawy elektrodynamiki”, PWN, 2001.  
F. W. Byron, R. W. Fuller, Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej, tom 1., PWN, 1975.
- [3] L. D. Landau, J. M. Lifszyc „Mechanika”, PWN, 2006.
- [4] J. R. Taylor „Mechanika klasyczna”, PWN, 2006.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. D. Jackson „Elektrodynamika klasyczna”, PWN, 1982.
- [2] W. Rubinowicz, W. Królikowski, Mechanika teoretyczna, PWN, 1980.
- [3] G. Białkowski, Mechanika klasyczna, PWN, 1975.

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

**Prof. dr hab. Antoni C. Mituś, antoni.mitus@pwr.edu.pl**



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim .....Podstawy optyki fizycznej	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Fundamentals of Physical Optics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna	
Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria	
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
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)	X				
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.0		2.5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu elektromagnetyzmu (WIEDZA)
2. Podstawowe umiejętności w zakresie rachunku różniczkowego, całkowego i liczb zespolonych (UMIEJĘTNOŚCI)
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności (KOMPETENCJE)

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć wiedzę na temat oddziaływania światła z materią
- C2 Zdobyć wiedzę dotyczącą dyfrakcji światła i roli tego zjawiska w przyrządach optycznych i optoelektronicznych
- C3 Zdobyć wiedzę dotyczącą zjawiska interferencji i polaryzacji światła oraz zastosowaniami tych zjawisk w metrologii

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu teorii dyfrakcji pozwalającą zrozumieć podstawowe zjawiska optyczne oraz działanie i ograniczenia przyrządów optycznych i optoelektronicznych

PEU\_W02 ma podstawową, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą zjawiska interferencji i polaryzacji pozwalającą zrozumieć działanie i ograniczenia przyrządów optycznych i optoelektronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi ocenić wpływ fundamentalnych zjawisk optycznych na działanie przyrządów optycznych i optoelektronicznych

PEU\_U02 potrafi zaplanować i wykonać eksperyment przy użyciu przyrządów optycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

PEU\_K02 rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym samokształcenia; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Równanie falowe, natura fali EM, sposoby opisu propagacji fal EM, oddziaływanie światła z materią.	2
Wy2	Elementy optyki geometrycznej, proste elementy optyczne, równanie promienia	2
Wy3-4	Całka i szereg Fouriera. Dyfrakcja światła, zasada Huygensa przybliżenie Fresnela i Fraunhofera.	4
Wy5-6	Dyfrakcja na pojedynczej szczelinie. Elementy optyki fourierowskiej	4
Wy7-8	Polaryzacja światła, sposoby opisu, polaryzacja częściowa	4
Wy9	Odbicie i załamania fali płaskiej na granicy ośrodków, całkowite wewnętrzne odbicie	2
Wy10	Równania Fresnela	2
Wy11-12	Propagacja światła w ośrodkach anizotropowych, elementy polaryzacyjne. Dwójłomność wymuszona.	4
Wy13-14	Interferencja fal koherentnych. Interferencja w płytkach i cienkich warstwach. Najważniejsze interferometry	4
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	2
La2	Pomiar grubości płytek dwójłomnych metodą interferencyjną	2
La3	Badanie charakterystyki filtrów i polaryzatorów	2
La4	Badanie jakości odwzorowania układów optycznych	2
La5	Prążki równej grubości - wyznaczanie kształtu powierzchni metodą interferencyjną	2

La6	Pomiar rozmiarów obiektów metodą dyfraktometryczną	2
La7, La8	Pomiar dyspersji chromatycznej szkieł metodą interferencyjną	4
La9	Pomiary mikroskopowe	2
La10	Pomiar współczynnika załamania refraktometrem Pulfricha	2
La11, La12	Badanie modułu Younga metodą cyfrowej interferometrii plamkowej	4
La13	Optyczna filtracja przestrzenna	2
La14, La15	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	4
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)  
 N2. Udostępnianie materiałów do wykładu  
 N3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych  
 N4. Konsultacje  
 N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i egzaminu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01, PEU_K02,	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego
F2	PEU_W01, PEU_W02	Testy i aktywność na wykładzie
F3	PEU_W01, PEU_W02,	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 3-4 pytania otwarte.
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F3 z uwzględnieniem F 2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, Wiley Series 2007
2. K. Gniadek, *Optyczne przetwarzanie informacji*, PWN, Warszawa 1992
3. J. Petykiewicz, *Optyka falowa*, PWN, Warszawa, 1986.
4. F. Ratajczyk, *Optyka ośrodków anizotropowych*, PWN, Warszawa, 1994

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. M. Born, E. Wolf, *Principles of Optics*, 2000
2. F. Ratajczyk, *Instrumenty optyczne*, Oficyna Wydawnicza PWR 2005

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

Prof. Waław Urbańczyk ([Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl](mailto:Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl))  
 Dr inż. Gabriela Statkiewicz-Barabach ([Gabriela.statkiewicz@pwr.wroc.pl](mailto:Gabriela.statkiewicz@pwr.wroc.pl))

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy spektroskopii</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Fundamentals of spectroscopy</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Nanoinżynieria</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczone kursy fizyki: F1, F2, F3, Podstawy mechaniki analitycznej i elektrodynamiki, podstawy optyki fizycznej.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem kursu jest wytłumaczenie studentom podstawowych zagadnień dotyczących spektroskopii optycznej, w tym zapoznanie z ważnymi technikami pomiarowymi i działaniem przyrządów używanych w eksperymentach spektroskopowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 potrafi posługiwać się pojęciami właściwymi dla spektroskopii ciała stałego

PEU\_W02 potrafi omówić metody spektroskopowe i scharakteryzować aktualne kierunki ich rozwoju

PEU\_W03 potrafi omówić techniki spektroskopowe

PEU\_W04 potrafi omówić przyrządy używane w spektroskopii ciała stałego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dobrać odpowiednią technikę pomiaru widm ciała stałego metodami spektroskopii

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień

PEU\_K02 rozumie konieczność samokształcenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Promieniowanie elektromagnetyczne.	2
Wy2	Zespolony współczynnik załamania i funkcja dielektryczna.	2
Wy3	Metale, półprzewodniki, izolatory.	2
Wy4	Źródła promieniowania elektromagnetycznego.	6
Wy5	Analiza widmowa promieniowania elektromagnetycznego.	4
Wy6	Elementy polaryzacyjne i filtrujące.	2
Wy7	Metody detekcji promieniowania elektromagnetycznego.	4
Wy8	Spektroskopia fotoluminescencji.	2
Wy9	Spektroskopia zaniku fotoluminescencji.	2
Wy10	Transmisja, odbicie, absorpcja.	2
Wy11	Podstawy spektroskopii Fouriera i rozpraszania Ramana.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Wykład problemowy

N3. Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01- PEU_W10, PEU_K01- PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] H. Kuzmany, *Solid State Spectroscopy An Introduction*, Springer Verlag, Berlin 1998
- [2] J. Godlewski, *Generacja i detekcja promieniowania optycznego*, PWN Warszawa 1997
- [3] M. Drozdowski, *Spektroskopia ciała stałego*, WPP 2001
- [4] W. Demtroder, *Spektroskopia laserowa*, 1993
- [5] J. Garcia Sole, L. E. Bausa and D. Jaque, *An Introduction to the Optical Spectroscopy of Inorganic Solids*, John Wiley & Sons, Ltd 2005

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] P.Y. Yu, Manuel Cardona, *Fundamentals of Semiconductors*, Springer, 2001.
- [2] Pankove, Jacques I., *Zjawiska optyczne w półprzewodnikach*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1974.

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

**Dr inż. Grzegorz Zatryb, grzegorz.zatryb@pwr.edu.pl**

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy spektroskopii</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Fundamentals of spectroscopy</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100				
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	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczone kursy fizyki: F1, F2, F3, Podstawy mechaniki analitycznej i elektrodynamiki, podstawy optyki fizycznej.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem kursu jest wytłumaczenie studentom podstawowych zagadnień dotyczących spektroskopii optycznej, w tym zapoznanie z ważnymi technikami pomiarowymi i działaniem przyrządów używanych w eksperymentach spektroskopowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 potrafi posługiwać się pojęciami właściwymi dla spektroskopii ciała stałego

PEU\_W02 potrafi omówić metody spektroskopowe i scharakteryzować aktualne kierunki ich rozwoju

PEU\_W03 potrafi omówić techniki spektroskopowe

PEU\_W04 potrafi omówić przyrządy używane w spektroskopii ciała stałego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi dobrać odpowiednią technikę pomiaru widm ciała stałego metodami spektroskopii

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień

PEU\_K02 rozumie konieczność samokształcenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Promieniowanie elektromagnetyczne.	2
Wy2	Zespolony współczynnik załamania i funkcja dielektryczna.	2
Wy3	Metale, półprzewodniki, izolatory.	2
Wy4	Źródła promieniowania elektromagnetycznego.	6
Wy5	Analiza widmowa promieniowania elektromagnetycznego.	4
Wy6	Elementy polaryzacyjne i filtrujące.	2
Wy7	Metody detekcji promieniowania elektromagnetycznego.	4
Wy8	Spektroskopia fotoluminescencji.	2
Wy9	Spektroskopia zaniku fotoluminescencji.	2
Wy10	Transmisja, odbicie, absorpcja.	2
Wy11	Podstawy spektroskopii Fouriera i rozpraszania Ramana.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Wykład problemowy

N3. Konsultacje



## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01- PEU_W10, PEU_K01- PEU_K02	Egzamin
P = F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] H. Kuzmany, *Solid State Spectroscopy An Introduction*, Springer Verlag, Berlin 1998
- [2] J. Godlewski, *Generacja i detekcja promieniowania optycznego*, PWN Warszawa 1997
- [3] M. Drozdowski, *Spektroskopia ciała stałego*, WPP 2001
- [4] W. Demtroder, *Spektroskopia laserowa*, 1993
- [5] J. Garcia Sole, L. E. Bausa and D. Jaque, *An Introduction to the Optical Spectroscopy of Inorganic Solids*, John Wiley & Sons, Ltd 2005

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] P.Y. Yu, Manuel Cardona, *Fundamentals of Semiconductors*, Springer, 2001.
- [2] Pankove, Jacques I., *Zjawiska optyczne w półprzewodnikach*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1974.

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

**Dr inż. Grzegorz Zatryb, grzegorz.zatryb@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Pomiary Optyczne	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Optical Measurements	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Fotonika	
<b>Poziom i forma studiów:</b> I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza na temat natury światła i sposobów opisu propagacji światła przez układy optyczne (WIEDZA).
2. Znajomość podstawowych pojęć i wzorów optyki geometrycznej, umiejętność obliczania prostych parametrów układu optycznego (powiększenie, położenie obrazu) (WIEDZA, UMIEJĘTNOŚCI).
3. Podstawowe wiadomości o elementach i przyrządach optycznych: soczewka, pryzmat, lupa, luneta, mikroskop (WIEDZA).
4. Podstawowe wiadomości dotyczące rachunku niepewności pomiarowych w pomiarach fizycznych (WIEDZA, UMIEJĘTNOŚCI).

#### CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z budową i zasadą działania przyrządów optycznych, używanych w pomiarach optycznych.

- C2 Przedstawienie metod używanych do pomiarów najważniejszych parametrów szkła optycznego – w tym współczynnika załamania i jego dyspersji.
- C3 Zaprezentowanie i porównanie metod używanych do pomiarów parametrów elementów układu optycznego – promieni krzywizny soczewek i kątów klinów (pryzmatów).
- C4 Przedstawienie i klasyfikacja metod używanych do pomiaru najważniejszych parametrów układów optycznych – ogniskowej, kąta łamiącego, płaskości, równoległości.
- C5 Wyjaśnienie sposobu sprawdzania gotowych układów optycznych w zależności od ich zastosowania.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Poszerzona wiedza na temat budowy, zasady działania i zastosowań podstawowych przyrządów optycznych (lupa, luneta, mikroskop).
- PEU\_W02 Szczegółowa, podbudowana teoretycznie wiedza na temat budowy, zasady działania i sposobu wykorzystania podstawowych przyrządów pomiarowych (kolimator, luneta autokolimacyjna, mikroskop autokolimacyjny, goniometr).
- PEU\_W03 Podbudowana teoretycznie wiedza na temat budowy i właściwości szkła optycznego oraz pomiarów jego podstawowych parametrów (jednorodność, smużyście, pęcherzykowatość, dwójłomność, absorpcja).
- PEU\_W04 Szczegółowa, podbudowana teoretycznie wiedza na temat różnych metod pomiaru współczynnika załamania szkła i jego dyspersji.
- PEU\_W05 Szczegółowa, podbudowana teoretycznie wiedza na temat pomiaru podstawowych parametrów elementów układu optycznego – promieni krzywizn soczewek, kątów łamiących pryzmatów i klinów, płaskości i płasko-równoległości płytek.
- PEU\_W06 Szczegółowa, podbudowana teoretycznie wiedza na temat pomiaru ogniskowej i ogniskowej czołowej układu optycznego a także położenia punktów i płaszczyzn węzłowych, głównych.
- PEU\_W07 Podbudowana teoretycznie wiedza na temat pomiaru i oceny jakości parametrów instrumentów optycznych – powiększenia, zdolności rozdzielczej, centryczności, równoległości układów dwuocznych, skręcenia obrazu, jakości i dokładności podziałek.

#### Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umiejętność oceny przydatności poznanych metod i technik pomiarowych do konkretnego zadania o charakterze praktycznym oraz wybranie odpowiedniego narzędzia i metody pomiarowej.
- PEU\_U02 Umiejętność oceny niepewności pomiarowej poznanych technik pomiarowych i dobraniu parametrów układu pomiarowego pod kątem minimalizacji niepewności pomiarowych.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samodoskonalenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technik pomiarowych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny.
- PEU\_K02 Umiejętność określenia priorytetów w realizacji zadania pomiarowego i określenia kolejności realizacji odpowiednich jego etapów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Program wykładu; podanie literatury, terminów konsultacji, sposobu	2

	<p>zaliczenia;</p> <p>Repetitorium z optyki i optyki geometrycznej:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dwoista natura światła a podejście geometryczne;</li> <li>- oddziaływanie światła z materią (pojęcie przenikalności dielektrycznej);</li> <li>- pojęcie współczynnika załamania i dyspersji;</li> <li>- podstawowe pojęcia i wzory optyki geometrycznej: oś optyczna, ognisko i ogniskowa, wzór soczewkowy i wzór konstrukcyjny soczewki, powiększenia, płaszczyzny główne i węzłowe, przesłony, źrenice i luki.</li> </ul>	
Wy2	<p>Repetitorium - proste przyrządy optyczne – definicje, schematy, zasady działania:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lupa;</li> <li>- luneta (typy lunet);</li> <li>- mikroskop (rodzaje oświetlenia w mikroskopie, dyfrakcyjna teoria Abbego, pojęcie zdolności rozdzielczej).</li> </ul>	2
Wy3	<p>Oko: układ optyczny oka, budowa siatkówki, głębia ostrości, rozdzielczość, czułość, odczuwanie kontrastów.</p> <p>Pojęcie paralaksy.</p> <p>Kryteria zdolności rozdzielczej.</p>	2
Wy4	<p>Przyrządy i elementy przyrządów używane w pomiarach optycznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kolimatory (zwykłe i szerokokątne; ustawianie na nieskończoność (autokolimacja, obserwacja bardzo dalekiego punktu, metoda pentagonu i lunety; metoda trzech kolimatorów);</li> <li>- lunety (typu Keplera): astronomiczne, justerskie, autokolimacyjne;</li> <li>- mikroskopy (miernicze i kontrolne);</li> <li>- okulary mikrometryczne (śrubowe, spiralne);</li> <li>- płytki ogniskowe;</li> <li>- testy zdolności rozdzielczej;</li> <li>- goniometr;</li> <li>- pomocnicze przyrządy kontrolne: poziomnice, pryzmaty (pentagonalne!), lupy, dynametry, ławy optyczne.</li> </ul>	2
Wy5	<p>Pomiar współczynnika załamania bazujące na prawach Snella:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- metody spektrometryczne: Fraunhofera, Rydberg-Martensa, promienia prostopadle wchodzącego i wychodzącego z pryzmatu, Abbego, Kohlrauscha, Wollastona, Wollastona-Kohlrauscha;</li> </ul>	2
Wy6	<p>Pomiar współczynnika załamania bazujące na prawach Snella –cd.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- refraktometry: Pulfricha, Abbego, Bodnara.</li> </ul> <p>Podstawy pomiarów interferencyjnych, interferometri.</p>	
Wy7	<p>Pomiar współczynnika załamania – cd.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- metody interferencyjne: metoda Obreimowa; interferometri: Rayleigha, Jamina, Macha-Zehndera; metoda de Chaulnesa, metody immersyjne (w mikroskopie);</li> <li>- pomiar współczynnika załamania gotowych elementów optycznych.</li> </ul>	2
Wy8	<p>Szkło: definicja, wytwarzanie, podstawowe parametry optyczne i metody ich pomiaru:</p> <p>Sprawdzanie jednorodności, smużystości, pęcherzowatości szkła; pomiar dwójłomności; pomiar współczynnika absorpcji.</p>	2
Wy9	<p>Pomiar parametrów elementów układu optycznego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiary promieni krzywizn soczewek (sferometri: pierścieniowy, czujnikowy, Moffita; za pomocą pryzmy i stycznych powierzchni kulistych; oftalmometr; metody autokolimacyjne; metody autokolimacyjne; sprawdziany interferencyjne); pomiar dużych promieni krzywizn (metoda cieniowa Foucaulta); pomiar bardzo wielkich promieni krzywizn (optyka astronomiczna);</li> </ul>	2

Wy10	Pomiar parametrów elementów układu optycznego – cd.: - badanie płaskości, sprawdzanie płytek płasko-równoległych; - pomiary kątów dwuściennych na goniometrze (kliny i pryzmaty); - pomiary centryczności soczewek.	2
Wy11	Pomiar ogniskowej układu optycznego: - pojęcia ogniskowej i ogniskowej czołowej; - pomiar ogniskowej czołowej przy użyciu kolimatora, kolimatora i mikroskopu; frontofokometr; - pomiary ogniskowej oparte na określeniu położenia obrazu punktu na osi układu; - pomiary ogniskowej przy stałej odległości obrazu od przedmiotu (metoda Bessela); - pomiary ogniskowej bazujące na wzorze Newtona; - pomiar ogniskowej metoda Erflego; - pomiar ogniskowej przy zastosowaniu znanego układu; - określanie ogniskowej przez pomiar powiększenia poprzecznego w jednej i dwóch płaszczyznach; - pomiar ogniskowej za pomocą klina o znanym kącie odchylenia;	2
Wy12	Pomiar ogniskowej układu optycznego – cd.: - pomiar ogniskowej na goniometrze; - pomiar ogniskowej metoda Hartmanna, Porro i Abbego; - wyznaczanie ogniskowej obiektywów mikroskopowych; - pomiar długoogniskowych układów za pomocą lunety i kolimatora; - pomiary ogniskowej ujemnych układów optycznych; - pomiary ogniskowej zwierciadeł; - określanie położenia punktów głównych i węzłowych (metody Abbego, Hartmanna).	2
Wy13	Metody sprawdzania instrumentów optycznych: - pomiary powiększeń: lupy, mikroskopu lunety, - diafragmy (przesłony) w przyrządach optycznych; - pomiary pola widzenia: lupy i mikroskopu, lunet; - pomiar wielkości obrazowego pola widzenia lunet; - pomiary źrenic (dynametr Ramsdena);	2
Wy14	Metody sprawdzania instrumentów optycznych – cd.: - pomiar apertury numerycznej obiektywów mikroskopowych; - pomiar paralaksy położenia; - pomiary skręcenia obrazu; - sprawdzanie podziałek przyrządów; - sprawdzanie równoległości osi przyrządów dwuocznych; - sprawdzanie zdolności rozdzielczej lunet, aparatów fotograficznych i obiektywów mikroskopowych.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint).  
N2. Pokaz prostych elementów układów optycznych (pryzmaty, soczewki, lupa).  
N3. Pytania sprawdzające wiedzę studentów z dziedziny optyki geometrycznej.  
N4. Konsultacje  
N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	Kartkówka po repetytorium z zakresu optyki, optyki geometrycznej i prostych przyrządów optycznych.
P	wszystkie	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 5-7 pytań: „otwartych”, dotyczących opisu wybranych metod pomiarowych oraz przeglądowych, dotyczących np. zestawienia wszystkich poznanych metod pomiaru danej wielkości z oceną ich stosowalności i niepewności pomiarowych.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Z. Bodnar, „Podstawy optyki instrumentalnej” 1957.
- [2] T. Hanc, „Pomiary optyczne”, PWT Warszawa, 1959.
- [3] F. Ratajczyk, „Instrumenty optyczne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2002.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] R. Józwicki, „Optyka instrumentalna”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1970.
- [2] J. Tatarczyk, „Elementy optyki instrumentalnej i fizjologicznej”, Wydawnictwo AGH, Karków, 1994.
- [3] J. Nowak, M. Zając, „Optyka, kurs elementarny”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1998.

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

**Dr hab. inż. Władysław A. Woźniak**      wladyslaw.wozniak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki

**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim **Pomiary Optyczne 2**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **Optical Measurements 2**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...Fizyka Techniczna.....

Specjalność (jeśli dotyczy): .....Fotonika....

Poziom i forma studiów: **I / II stopień\***, stacjonarna / ~~niestacjonarna\*~~Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ \*Kod przedmiotu **FTP008401L**Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,0		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podbudowana teoretycznie wiedza na temat natury światła i sposobów opisu propagacji światła przez układy optyczne (WIEDZA).
2. Znajomość pojęć i wzorów optyki geometrycznej, umiejętność obliczania prostych parametrów układu optycznego (powiększenie, położenie obrazu) (WIEDZA, UMIEJĘTNOŚCI).
3. Podbudowane teoretycznie wiadomości o elementach i przyrządach optycznych: soczewka, pryzmat, lupa, luneta, mikroskop (WIEDZA).
4. Podstawowe wiadomości dotyczące rachunku niepewności pomiarowych w pomiarach fizycznych (WIEDZA, UMIEJĘTNOŚCI).

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z budową i zasadą działania przyrządów optycznych, używanych do pomiarów różnych wielkości fizycznych, tj. refraktometr, sferometr, kolimator, goniometr.

C2 Zapoznanie studentów z metodami używanymi do pomiarów najważniejszych parametrów szkła

- optycznego – w tym współczynnika załamania i jego dyspersji.
- C3 Zapoznanie studentów z metodami pomiarów parametrów elementów układu optycznego i układów optycznych – promienie krzywizny soczewek, kąty pryzmatów, ogniskowa układu optycznego.
- C4 Zapoznanie studentów z metodami pomiaru i oceny jakości parametrów instrumentów optycznych – powiększenia, zdolności rozdzielczej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Poszerzona wiedza na temat budowy, zasady działania i zastosowań podstawowych przyrządów optycznych (mikroskop).
- PEU\_W02 Szczegółowa, podbudowana praktycznie wiedza na temat budowy, zasady działania i sposobu wykorzystania podstawowych przyrządów pomiarowych (kolimator, goniometr).
- PEU\_W03 Szczegółowa, podbudowana praktycznie wiedza na temat różnych metod pomiaru współczynnika załamania szkła i jego dyspersji.
- PEU\_W04 Szczegółowa, podbudowana praktycznie wiedza na temat pomiaru podstawowych parametrów elementów układu optycznego – promieni krzywizn soczewek, kątów łamiących pryzmatów i klinów.
- PEU\_W05 Szczegółowa, podbudowana praktycznie wiedza na temat pomiaru ogniskowej i ogniskowej czołowej układu optycznego a także położenia punktów i płaszczyzn węzłowych, głównych.
- PEU\_W06 Podbudowana praktycznie wiedza na temat pomiaru i oceny jakości parametrów instrumentów optycznych – powiększenia, zdolności rozdzielczej.

#### Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umiejętność oceny przydatność poznanych metod i technik pomiarowych do konkretnego zadania o charakterze praktycznym oraz wybranie odpowiedniego narzędzia i metody pomiarowej.
- PEU\_U02 Umiejętność oceny niepewności pomiarowej poznanych technik pomiarowych i dobraniu parametrów układu pomiarowego pod kątem minimalizacji niepewności pomiarowych.
- PEU\_U03 Umiejętność zaplanowania i wykonania eksperymentów związanych z wykorzystaniem zjawisk optyki geometrycznej, interferencji i dyfrakcji w metrologii.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samodoskonalenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technik pomiarowych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny.
- PEU\_K02 Umiejętność określenia priorytetów w realizacji zadania pomiarowego i określenia kolejności realizacji odpowiednich jego etapów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	2
La2	Badanie krzywizny powierzchni soczewek metodą interferencyjną i przy użyciu sferometru	4
La3	Pomiary kątów pryzmatu i wyznaczanie współczynnika załamania szkła za pomocą goniometru.	4



La4	Badanie jakości odwzorowania układów optycznych	4
La5	Pomiar ogniskowych i czołowych ognisk, złożonego układu optycznego, metodą kolimatora	4
La6	Badanie charakterystyki filtrów i polaryzatorów	4
La7	Pomiar współczynnika załamania refraktometrem Abbego i Pulfricha	4
La8	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	4

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych  
 N2. Konsultacje  
 N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02,	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego
P = średnia ze wszystkich ocen F		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Z. Bodnar, „Podstawy optyki instrumentalnej” 1957.
- [2] T. Hanc, „Pomiary optyczne”, PWT Warszawa, 1959.
- [3] F. Ratajczyk, „Instrumenty optyczne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2002.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] R. Józwicki, „Optyka instrumentalna”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1970.
- [2] J Tatarczyk, „Elementy optyki instrumentalnej i fizjologicznej”, Wydawnictwo AGH, Karków, 1994.
- [3] J. Nowak, M. Zając, „Optyka, kurs elementarny”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1998.

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

**Dr inż. Gabriela Statkiewicz-Barabach**      Gabriela.statkiewicz@pwr.wroc.pl

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Półprzewodnikowe kropki kwantowe</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>Semiconductor quantum dots</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Fizyka Techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b><del>TAK</del> / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / 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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej i fizyki półprzewodników.
2. Podstawowa wiedza nt. zasady działania przyrządów półprzewodnikowych.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1. Poznanie i zrozumienie zjawisk fizycznych zachodzących w półprzewodnikowych kropkach kwantowych i innych nanostrukturach otrzymywanych technikami epitaksjalnymi.

C2. Zapoznanie się ze współczesnymi zastosowaniami nanostruktur epitaksjalnych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 posiada znajomość pojęć właściwych dla fizyki struktur zerowymiarowych

PEK\_W02 posiada wiedzę z zakresu wybranych właściwości optycznych i zastosowań półprzewodnikowych kropek kwantowych, a także metod ich otrzymywania ze szczególnym uwzględnieniem technik epitaksjalnych,

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi dokonać identyfikacji i opisu najważniejszych procesów fizycznych zachodzących w nanostrukturach epitaksjalnych w danych warunkach eksperymentalnych

PEK\_U02 potrafi zaplanować eksperyment celem uzyskania wiedzy nt. wybranych właściwości fizycznych nanostruktur półprzewodnikowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania, w tym samodoksztalcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

PEK\_K02 potrafi pracować samodzielnie i w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1- Wy2	Rys historyczny i znaczenie kropek kwantowych w dzisiejszym świecie. Kwantowy efekt rozmiarowy. Rodzaje półprzewodnikowych struktur quasi-zerowymiarowych, metody ich otrzymywania i podstawowe własności.	4
Wy3	Przegląd metod obliczania struktury pasmowej półprzewodnikowych kropek kwantowych. Znaczenie naprężeń.	2
Wy4- Wy5	Przejścia optyczne i reguły wyboru. Metody doświadczalne detekcji przejść optycznych i różne skale czasowe procesów optycznych. Badanie licznego niejednorodnego zbioru nanostruktur oraz kropek pojedynczych.	4
Wy6- Wy9	Ekscytony i kompleksy ekscytonowe w kropkach kwantowych. Znaczenie ograniczenia przestrzennego i kontrastu dielektrycznego. Znaczenie oddziaływań kulombowskiego i spinowego oddziaływania wymiany. Rekombinacja promienista i jej dynamika, model równań kinetycznych. Znaczenie kinetyki obsadzeń, wpływ temperatury, dekoherencja.	8
Wy10 - Wy11	Oddziaływanie światło-materia w nanostrukturach. Mikrownęki rezonansowe i ograniczenie przestrzenne dla fotonów. Sprzężenie ekscyton-foton.	4
Wy12 - Wy14	Wybrane zastosowania półprzewodnikowych nanostruktur epitaksjalnych (lasery, struktury detektorowe, źródła pojedynczych fotonów, etc.).	6
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna  
N2. Wykład

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01- PEU_W02 PEU_U01- PEU_U02, PEU_K02 – PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] D. Bimberg, M. Grundmann, N. N. Ledentsov – *Quantum dot heterostructures*
- [2] P. Michler (Ed.) – *Single quantum dots. Fundamentals, applications and new concepts.*
- [3] Y. Yamamoto, F. Tassone, H. Cao – *Semiconductor cavity quantum electrodynamics*

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Artykuły w czasopismach naukowych z zakresu tematyki wykładu

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Prof. Grzegorz Sęk, [Grzegorz.Sek@pwr.edu.pl](mailto:Grzegorz.Sek@pwr.edu.pl)

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b> <b>KARTA PRZEDMIOTU</b> <b>Nazwa w języku polskim PRACA DYPLOMOWA</b> <b>Nazwa w języku angielskim DIPLOMA THESIS</b> <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): FIZYKA TECHNICZNA</b> <b>Specjalność (jeśli dotyczy): NANOINŻYNIERIA/FOTONIKA</b> <b>Stopień studiów i forma: I / <del>H</del> stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b> <b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b> <b>Kod przedmiotu</b> <b>Grupa kursów <del>TAK</del>/ NIE*</b>	
--	--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				90	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				450	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / <del>zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				15	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				15	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				1,5	

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk ścisłych i technicznych, w obszarach właściwych dla studiowanego kierunku Fizyka Techniczna

C2 Napisanie przez studenta „Pracy dyplomowej” (jako dzieła) i przedstawienie prezentacji ustnej dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów Fizyka Techniczna, na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych

--

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Napisanie pracy dyplomowej bazując na zdobytej w czasie studiów wiedzy właściwej dla studiowanego kierunku Fizyka Techniczna

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Potrafi tworzyć teksty techniczne („Praca dyplomowa”) i prezentacje multimedialne z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Fizyka Techniczna

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 Potrafi pracować samodzielnie oraz współdziałać w grupie, przyjmując w niej różne role

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zgromadzenie literatury przedmiotu i zapoznanie się z nią.	5
Pr2	Prace własne – interpretacja oraz krytyczna ocena uzyskanych wyników.	15
Pr3	Pisanie pracy dyplomowej.	10
	Suma godzin	<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Praca własna – studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej oraz prowadzenie badań  
 N2. Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Praca w semestrze, dostarczenie pracy dyplomowej
P=F1		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
--------------------------------------

[1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem
---

<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
---

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

<b>Opiekun pracy dyplomowej</b>
---------------------------------

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Praca dyplomowa**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Fizyka Techniczna**  
 I SPECJALNOŚCI **Nanoinżynieria/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_W08, K1FTE_W10	C1	Pr1	N1, N2
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	K1FTE_U03, K1FTE_U07, K1FTE_U13_S1NIN, K1FTE_U13_S2FOT	C2	Pr2, Pr3	N1, N2
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1FTE_K06, K1FTE_K07	C1, C2	Pr1-Pr3	N1, N2

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

\*\*\* - z tabeli powyżej



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	Praktyka zawodowa
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	Internship
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Fizyka Techniczna
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Fotonika/Nanoinżynieria
<b>Stopień studiów i forma:</b>	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
<b>Kod przedmiotu:</b>	
<b>Grupa kursów:</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium Praktyka kierunkowa	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			160		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			6		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			6		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			6		

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

Wiadomości z zakresu fizyki ciała stałego, fotoniki, spektroskopii, programowania.

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie się ze strukturą organizacyjną przedsiębiorstwa.
- C2. Opanowanie umiejętności stosowanych w przedsiębiorstwie w którym odbywana jest praktyka.
- C3. Doskonalenie umiejętności pracy w zespole.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01. Pozna strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa oraz formalno-prawną podstawę funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01. Potrafi zaprojektować i wykonać układ pomiarowy o założonych parametrach, przeanalizować jego jakość oraz dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01. Udoskonali swoje umiejętności pracy zespołowej w warunkach przemysłowych.

Forma zajęć - Praktyka Kierunkowa		Liczba godzin
	Suma godzin	180

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

D1. Sprawdzenie poprawności formalnej sprawozdania

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P : ocena sprawozdania z praktyki		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

Dostarczona przez firmę w której odbywa się praktyka

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

Dostarczona przez firmę w której odbywa się praktyka

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

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Praktyka zawodowa**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna**  
**I SPECJALNOŚCI Fotonika/Nanoinżynieria**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności</b>	<b>Cele przedmiotu</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego</b>
<b>PEK_W01</b>	K1FTE_W06	C1	-	-
<b>PEK_U01</b>	K1FTE_U09	C2	-	D1
<b>PEK_K01</b>	K1FTE_K04	C3	-	-

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Programowanie obiektowe</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Object programming</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka Techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<i>Nanoinżynieria/Fotonika</i>
Poziom i forma studiów:	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / <b>niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		45		
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)	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 (BU)	1.0		0.5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowe umiejętności w zakresie programowania proceduralnego, obejmujące:
  - a) Operacje we/wy
  - b) Zmienne, podstawowe (wbudowane) typy danych: listy, krotki, zbiory i słowniki
  - c) Pętle
  - d) Tworzenie i używanie własnych funkcji
  - e) Przekazywanie argumentów do funkcji oraz wartości z funkcji

### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Utrwalenie oraz rozszerzenie umiejętności programistycznych studenta.
- C2. Nabycie umiejętności konstruowania oraz posługiwania się złożonymi typami danych – klasy.
- C3. Nabycie umiejętności w zakresie zarządzania klasami – dziedziczenie oraz polimorfizm

klas.

C4. Posługiwanie się zaawansowanymi bibliotekami do obliczeń numerycznych.

C5. Nabycie umiejętności w zakresie dynamicznego zarządzania.

C6. Nabycie umiejętności tworzenia, posługiwania się oraz konserwacji dużych programów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna pojęcia dotyczące programowania obiektowego.

PEU\_W02 Zna składnię dotyczącą programowania obiektowego.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi utworzyć program używający obiektów.

PEU\_U02 Potrafi tworzyć hierarchię klas, w celu rozwiązania nietrywialnych problemów.

PEU\_U03 Potrafi zastosować przeciążanie operatorów w celu uproszczenia składni programu.

PEU\_U04 Umie używać bibliotek procedur numerycznych do rozwiązywania problemów fizycznych.

PEU\_U05 Umie w graficzny sposób przedstawić wyniki swoich obliczeń.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie potrzebę samodzielnego zdobywania wiedzy.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Paradygmaty programowania.	1h
Wy2	Własności funkcji w Pythonie. Zaawansowane przekazywanie argumentów.	1h
Wy3	Funkcje anonimowe, dopełnienie. Generatory.	
Wy4	Klasa a obiekt. Pola i metody.	1h
Wy5	Konstruktor i destruktor.	1h
Wy6	Metody specjalne – przeciążanie operatorów.	1h
Wy7	Biblioteka: numpy – operacje na wektorach oraz tablicach	1h
Wy8	Biblioteka: matplotlib – tworzenie wykresów	1h
Wy9	Biblioteka: scipy – zastosowania w fizyce	1h
Wy10	Dziedziczenie jednokrotne klas.	1h
Wy11	Dekoratory.	1h
Wy12	Metody statyczne oraz pola statyczne	1h
Wy13	Dziedziczenie wielokrotne klas.	1h
Wy14	Metody i pola: publiczne, chronione oraz prywatne	1h
Wy15	Podsumowanie. Filozofia programowania	1h
	Suma godzin	<b>15h</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		
La1	Wprowadzenie. Zasady zaliczeń. Środowisko pracy.	1h
La2	Funkcje. Złożone argumenty. Struktury danych.	1h
La3	Funkcje – złożona instrukcja return. Rozpakowywanie.	1h
La4	Funkcje anonimowe. Dopelnienie. Generatory.	1h
La5	Sprawdzian – 1.	1h
La6	Klasa oraz obiekt. Konstruktory i destruktory.	1h
La7	Przeciążenie operatorów.	1h
La8	Użycie biblioteki numpy.	1h
La9	Sprawdzian – 2.	1h
La10	Tworzenie wykresów – biblioteka matplotlib	1h
La11	Scipy – pomoc dla fizyka	1h
La12	Dziedziczenie. Metody statyczne	1h
La13	Dziedziczenie wielokrotne.	1h
La14	Sprawdzian – 3.	1h
La15	Sprawdzian – poprawkowy	1h
	Suma godzin	<b>15h</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych w formie tradycyjnej z wykorzystaniem prezentacji komputerowej.
N2. Omawianie przykładowych programów.
N3. Listy zadań. Praca samodzielna. Indywidualne/grupowe rozmowy na zajęciach.
N4. Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1 (wykład)	PEU_W01-W02 PEU_U01-U05 PEU_K01	Kolokwium pisemne
P=F1		
F2 (lab)	PEU_U01-U05 PEU_K01	Kolokwia cząstkowe pisemne
P = F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Notatki do wykładu w formie elektronicznej udostępnione na stronie internetowej wykładowcy lub stronie internetowej kursu
- [2] Mark Lutz, Python. Wprowadzenie, Wyd IV Helion 2011
- [3] C. Gynvael, Zrozumieć programowanie, PWN 2016

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] M. James, Programmer's Python: Everything is an Object: Something Completely Different, I/O Press; 1st edition (2018)
- [2] S. Linge, H. P. Langtangen, Programming for Computations - Python: A Gentle Introduction to Numerical Simulations with Python 3.6; Springer; 2nd edition (2019)
- [3] Dokumentacja języka Python, dostępna na stronie domowej projektu:  
<http://www.python.org>

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

Dr inż. Janusz Andrzejewski; [Janusz.Andrzejewski@pwr.edu.pl](mailto:Janusz.Andrzejewski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim ...	Programowanie proceduralne
Nazwa w języku angielskim ...	Procedural programming .....
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...	Fizyka techniczna .....
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria/Fotonika
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	.....
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)	25		50		
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)	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 (BU)	0.8		1		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zna składnię i podstawowe instrukcje strukturalnego języka programowania
2. Potrafi sformułować proste algorytmy.
3. Potrafi uruchomić program napisany w wybranym języku programowania.
4. Potrafi zaimplementować proste algorytmy w wybranym języku programowania.

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Rozszerzenie wiedzy z zakresu składni i instrukcji strukturalnego języka programowania.
- C2 Nabycie umiejętności formułowania i implementacji algorytmów wykorzystujących: funkcje, rekurencję i iterację, różne struktury danych
- C3 Nabycie umiejętności wykorzystywania poznanych algorytmów (w tym algorytmów sortowania).



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna składnię i instrukcje strukturalnego języka programowania.

PEU\_W02 Zna podstawowe algorytmy sortowania.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi korzystać z różnych struktur danych we własnych implementacjach.

PEU\_U02 Potrafi implementować podane algorytmy w wybranym języku programowania, uwzględniając funkcje.

PEU\_U03 Potrafi implementować algorytmy wykorzystujące funkcje biblioteczne.

Z zakresu kompetencji:

PEU\_K01 Rozumie potrzebę samodzielnego zdobywania wiedzy.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Funkcje i struktura programu. Funkcje rekurencyjne.	2h
Wy2	Wejście i wyjście. Odczyt i zapis do plików.	1h
Wy3	Struktury danych I: listy i krotki	2h
Wy4	Struktury danych II: słowniki i zbiory	2h
Wy5	Algorytmy sortowania	2h
Wy6	Ciągi tekstowe	2h
Wy7	Obsługa wyjątków	2h
Wy8	Wprowadzenie do programowania obiektowego	2h
	Suma godzin	<b>15h</b>

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie – powtórzenie materiału Wstępu do programowania	2h
La2	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy1	2h
La3	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy2	2h
La4	Zaliczenie cząstkowe 1	2h
La5	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy3	2h
La6	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy3 (kontynuacja)	2h
La7	Zaliczenie cząstkowe 2	2h
La8	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy4	2h
La9	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy4 (kontynuacja)	2h
La10	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy5	2h
La11	Zaliczenie cząstkowe 3	2h
La12	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy6	2h
La13	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy7	2h
La14	Kolokwium zaliczeniowe	2h
La15	Kolokwium poprawkowe	2h
	Suma godzin	<b>30h</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji komputerowej
- N2. Ćwiczenia laboratoryjne z rozwiązywaniem zadań związanych z treściami programowymi.
- N3. Notatki do zajęć oraz listy zadań udostępniane w formie elektronicznej.
- N4. Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Oceny rozwiązań zadań z list realizowanych w trakcie zaliczeń cząstkowych
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Ocena rozwiązań zadań z list realizowanych w ramach kolokwium zaliczeniowego
P=F1+F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] T. Gaddis, Python dla zupełnie początkujących, Helion, 2019
- [2] Notatki do wykładu w formie elektronicznej udostępnione na stronie internetowej wykładowcy

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

**dr inż. Karol Tarnowski, [karol.tarnowski@pwr.edu.pl](mailto:karol.tarnowski@pwr.edu.pl)**

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Projektowanie materiałów i struktur półprzewodnikowych	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Design of materials and semiconductor structures	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Nanoinżynieria	
<b>Poziom i forma studiów:</b> I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b> TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			45	
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.8			1.2	

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczone kursy analizy matematycznej
2. Zaliczone kursy z algebry
3. Zaliczona fizyka ogólna
4. Umiejętność programowania
5. Zaliczone kursy z mechaniki kwantowej

## CELE PRZEDMIOTU

- C1 Dostarczenie wiedzy na temat podstawowych związków półprzewodnikowych oraz nowych związków i struktur półprzewodnikowych przeznaczonych do konstrukcji takich przyrządów półprzewodnikowych jak lasery, baterie słoneczne, detektory, tranzystory, itd.
- C2 Udoskonalenie umiejętności programowania poprzez poznanie możliwości takich narzędzi programistycznych pozwalających tworzyć aplikacje w wieloma oknami i wizualizację otrzymywanych wyników. Projektowanie struktury od strony numerycznej pod kątem konkretnych zastosowań.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna podstawowe materiały półprzewodnikowe.

PEU\_W02 Wie jak rozwiązać równanie Schrodingera numerycznie.

PEU\_W03 Wie jak uwzględnić naprężenia i efekty polaryzacyjne w materiałach półprzewodnikowych.

PEU\_W04 Ma podstawową wiedzę z zakresu zjawisk zachodzących w przyrządach półprzewodnikowych w szczególności fizyki laserów.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umie zaproponować nowe rozwiązania materiałowe pod kątem ich potencjalnych zastosowań.

PEU\_U02 Umie wyznaczyć wartości własne, będące rozwiązaniem równania Schrodingera.

PEU\_U03 Umie napisać program bazujący na aplikacji obsługującej okna i wizualizujący otrzymywane wyniki.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozróżnia sformułowania ogólne i podstawowe od szczegółowych przykładów.

PEU\_K02 Identyfikuje zastosowania mechaniki kwantowej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Klasyfikacja przyrządów półprzewodnikowych: - podział przyrządów półprzewodnikowych, - ich zastosowanie we współczesnym życiu, - parametry przyrządów półprzewodnikowych, kryteria ich doboru oraz ich ograniczenia fizyczne. Zjawiska fizyczne w przyrządach półprzewodnikowych i ich modelowanie: - równanie Schrodingera, stany związane, - samouzgodnione rozwiązanie równania Schrodingera i Poissona, - równanie transportu.	2

Wy2	Podstawowe materiały półprzewodnikowe: - półprzewodniki grupy IV, III-V, II-VI i inne, - technologie ich otrzymywania, - domieszkowanie półprzewodników, naturalne defekty, - położenie pasm względem poziomu próżni, - energia stabilizacji poziomu Fermiego.	2
Wy3	Związki półprzewodnikowe mieszane: - przybliżenie kryształu wirtualnego, prawo Vegarda, - technologia otrzymywania związków mieszanych, - stopy numeryczne (ang. digital alloys), - nieciągłość pasm, - związki półprzewodnikowe osadzone na dwuskładnikowych podłożach, heterostrukury.	2
Wy4	Naprężenia w strukturach półprzewodnikowych: - potencjały deformacyjne, - przesunięcia pasm w heterostrukturach z naprężeniami ściskającymi oraz rozciągającymi, - grubość krytyczna. Efekty polaryzacyjne w wybranych strukturach półprzewodnikowych.	2
Wy5	Części pasywne oraz aktywne w wybranych przyrządach półprzewodnikowych.	2
Wy6	Diody elektroluminescencyjne i lasery krawędziowe. Lasery typu VCSEL oraz lasery kaskadowe.	2
Wy7	Pozostałe przyrządy półprzewodnikowe: modulatory światła, tranzystory, detektory, ogniwa słoneczne.	2
Wy8	Powtórzenie materiału	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
P1	Poznanie środowisk oprogramowania umożliwiających napisanie aplikacji obsługującej okna, (Visual Studio Pojekty Windows Form application lub Wx-Devcpp Forms Application) bazujących na języku programowania c++ lub innym.	2
P2	Napisanie programu umożliwiającego poprzez wprowadzenie danych narysowanie funkcji, narysowanie jej poprzez dobór odpowiedniego komponentu. Poznanie komponentów obsługujących podstawowe kontrolki.	2
P3	Numeryczne rozwiązanie równania Schrodingera, dla studni parabolicznej i potencjału Coulombowskiego. Wyznaczanie wartości własnych poprzez sprowadzenie równania Schrodingera do algebraicznego zagadnienia własnego.	4
P4	Wyznaczanie funkcji falowych, jako wartości własnych algebraicznego zagadnienia.	4
P5	Generowanie struktur półprzewodnikowych: studni kwantowych i hetero struktur.	2
P6	Uwzględnienie naprężeń w heterostrukturach półprzewodnikowych.	2

P7	Obliczanie stanów związanych w wybranych strukturach półprzewodnikowych. Obliczanie energii przejścia podstawowego.	4
P8	Praca nad programem końcowym i opisem programu.	10
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Forma tradycyjna: wykład  
 N2. Demonstracje i pokazy programów obliczających parametry materiałów półprzewodnikowych  
 N3. Tradycyjne: wyprowadzanie i omawianie zagadnień na tablicy  
 N4. Dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów  
 N5. Internet: wyszukiwanie potrzebnych materiałów poprzez wyszukiwarki

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W02	Ocena z programu
F2	PEU_W03	Ocena z programu
F3	PEU_W03	Kolokwium zaliczeniowe
F4	PEU_W04	Kolokwium zaliczeniowe i program zaliczeniowy
P Zaliczenie w formie pisemno ustnej. Ocena z napisanego sprawozdania do programu końcowego		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] S. Adachi, Properties of Semiconductor Alloys: Group-IV, III-V, and II-VI Semiconductors, Wiley (2009).  
 [2] Metody algebraiczne rozwiązywania równania Schrodingera. W. Salejda, M.H. Tyc, M. Just, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Artykuły w Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics i innych czasopismach.

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

**Prof. Robert Kudrawiec, robert.kudrawiec@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Przyrządy i układy półprzewodnikowe-2	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Semiconductor devices and circuits-2	
<b>Kierunek studiów:</b> Fizyka techniczna	
<b>Specjalność:</b> Fotonika	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I; stacjonarne</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,0		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Zaliczony kurs FTP 002061W
2. Elementarna wiedza z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego.

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1Poznanie podstaw fizycznych działania przyrządów półprzewodnikowych i układów ich pracy.
- C2 Nabycie umiejętności przeprowadzenia podstawowych pomiarów fotoelektrycznych przyrządów półprzewodnikowych
- C3 Nabycie umiejętności napisania raportu z przeprowadzonego eksperymentu
- C4 Nabycie umiejętności pracy w zespole

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna podstawy fizyczne działania wybranych przyrządów półprzewodnikowych  
PEU\_W02 zna podstawowe układy pracy wybranych przyrządów półprzewodnikowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne działania wybranych przyrządów półprzewodnikowych i układy ich pracy  
PEU\_U02 potrafi zestawić prosty układ do pomiaru podstawowych charakterystyk wybranych przyrządów półprzewodnikowych  
PEU\_U03 potrafi napisać raport z wykonanych pomiarów  
PEU\_U04 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania w zespole.  
PEU\_K02 rozumie potrzebę samouczenia się

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium.	3
La2	Pomiary charakterystyk I-U nieoświetlonej i oświetlonej fotodiody, ogniwa słonecznego oraz fotorezystora.	3
La3	Pomiar charakterystyk statycznych dla tranzystora bipolarnego.	3
La4	Pomiar charakterystyk statycznych tranzystora polowego JFET .	3
La5	Pomiar charakterystyk I-U diody prostowniczej i diod Zenera metodą punkt po punkcie oraz metodą oscyloskopową.	3
La6	Pomiar charakterystyk elektrycznych tyrystora.	3
La7	Pomiar charakterystyk I-U oraz charakterystyki sPEUtralnej diod LED na zakres widzialny.	3
La8	Pomiar charakterystyk stałoprądowych oraz pasma przenoszenia wzmacniacza operacyjnego $\mu A741$	3
La9	Badanie cyfrowych układów elektronicznych TTL	3
La10	Odróbka zajęć	3
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.  
N2 E-materiały do wykładu umieszczone w Internecie.  
N3 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.  
N4 Praca własna – przygotowanie do laboratorium i do testu zaliczeniowego  
N5 Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych  
N6 Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
----------------------	--------------------------	---



(w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02,	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia w laboratorium
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Materiały do wykładu, dostępne poprzez internet: [www.if.pwr.wroc.pl/~popko](http://www.if.pwr.wroc.pl/~popko)
- [2] E.Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
- [3] W.Marciniak “Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone” WNT Warszawa 1987
- [4] S.Kuta „Elementy i układy elektroniczne” Wyd. AGH, wyd. I 2000
- [5] J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT 1984,
- [6] B. Ziętek, Optoelektronika, Wyd. UMK, 2004

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] S.M.Sze „ Physics of Semiconductor Devices” J.Wiley and Sons, NY 1981, dostępna wersja elektroniczna, e-książki, BG P.Wr.
- [2] M.Rusek, J.Pasierbiński “Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach” WNT Warszawa 1990

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

**Prof. Ewa Popko    ewa.popko@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Przyrządy i układy półprzewodnikowe -1	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Semiconductor devices and circuits -1	
<b>Kierunek studiów:</b>	Fizyka techniczna
<b>Specjalność:</b>	Fotonika
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I; stacjonarne
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	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	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z zakresu podstaw Fizyki Współczesnej oraz elementów Fizyki Ciała Stałego i Fizyki Półprzewodników
2. Elementarna wiedza z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1Poznanie podstaw fizycznych działania przyrządów półprzewodnikowych i układów ich pracy.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna podstawy fizyczne działania wybranych przyrządów półprzewodnikowych  
PEU\_W02 zna podstawowe układy pracy wybranych przyrządów półprzewodnikowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym samodokształcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć-wykład		Liczba godzin
Wy1, Wy2	Współczesna technologia półprzewodników i urządzeń półprzewodnikowych. Wzrost kryształów litych i warstw epitaksjalnych.	4
Wy3	Rodzaje półprzewodników i ich właściwości.	2
Wy4	Koncentracja równowagowa elektronów i dziur w półprzewodnikach samoistnych i domieszkowanych	2
Wy5	Nośniki nadmiarowe w półprzewodnikach: ekscytacja optyczna i elektryczna	2
Wy6	Dyfuzja i dryft nośników. Relacja Einsteina. Równanie ciągłości. Kwazi-poziomy Fermiego.	2
Wy7	Złącze p-n w stanie równowagi termodynamicznej.	2
Wy8	Ładunek przestrzenny w złączu p-n. Równanie Poissona i jego rozwiązanie. Pole elektryczne w złączu. Obszar zubożony i potencjał wbudowany.	2
Wy9	Charakterystyka prądowo-napięciowa złącza p-n. Równanie Schockley'a.	2
Wy10	Model małosygnałowy diody p-n. Dioda w układach prostowniczych.	2
Wy11	Pojemność złącza p-n. Warktory.	2
Wy12	Transport prądu przez rzeczywiste złącze p-n.	2
Wy13	Efekt Zenera, jonizacja zderzeniowa. Dioda Zenera i dioda lawinowa. Układy pracy.	2
Wy14	Złącze metal-półprzewodnik: prostujące i omowe. Charakterystyka I-V diody Schottky'ego. Zastosowania.	2
Wy15	Test zaliczeniowy	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.  
N2 E-materiały do wykładu umieszczone w Internecie.  
N3 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.  
N4 Praca własna – przygotowanie do laboratorium i do testu zaliczeniowego

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny(F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01,PEU_W02, PEU_U01, PEU_K01	Testy i aktywność na wykładzie
F2	PEU_W01,PEU_W02, PEU_U01, PEU_K01	Test zaliczeniowy
P=F2 z uwzględnieniem F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Materiały do wykładu, dostępne poprzez internet: [www.if.pwr.wroc.pl/~popko](http://www.if.pwr.wroc.pl/~popko)  
[2] E.Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC  
[3] W.Marciniak “Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone” WNT Warszawa 1987  
[4] S.Kuta „Elementy i układy elektroniczne” Wyd. AGH, wyd. I 2000

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] S.M.Sze „Physics of Semiconductor Devices” J.Wiley and Sons, NY 1981, dostępna wersja elektroniczna, e-książki, BG P.Wr.  
[2] M.Rusek, J.Pasierbiński “Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach” WNT Warszawa 1990

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

**Ewa Popko      ewa.popko@pwr.wroc.pl**

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim <b>SEMINARIUM DYPLOMOWE</b>	
Nazwa w języku angielskim <b>Diploma Seminar</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Nanoinżynieria/Fotonika</b>	
Stopień studiów i forma: <b>I / <del>II</del> stopień*</b> , <b>stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					120
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					<b>4</b>
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					4
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1,5

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Student posiada zaawansowaną wiedzę i umiejętności z fizyki.
2. Student posiada zaawansowaną wiedzę i umiejętności z elektroniki oraz optoelektroniki.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie nowych osiągnięć i metod używanych w różnych zastosowaniach fizyki.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 zna podstawowe modele i metody używane w różnych zastosowaniach fizyki

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną na dany temat dotyczący przedmiotu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej (w języku obcym)

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Prezentacje wyników przygotowanych rozpraw inżynierskich uczestników seminarium.	10
Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące omówienia aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	10
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową	10
Suma godzin		30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Seminarium problemowe, prezentacja, wykład problemowy, wykład informacyjny

N2. Praca własna studenta - przygotowanie do seminarium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01	Self-assessment of student presentations, lectures or information prepared by the student's problem
P=F1		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Czasopisma naukowe z fizyki.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Prof. dr hab. Jan Misiewicz** (jan.misiewicz@pwr.wroc.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Seminarium dyplomowe**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Fizyka Techniczna**  
 I SPECJALNOŚCI **Nanoinżynieria/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_W23_S1NIN, K1FTE_W17_S2FOT K1FTE_W23_S2FOT	C1	Se1	N1
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	K1FTE_U04	C1	Se1	N1, N2
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1FTE_K01-K1FTE_K06	C1	Se1	N1, N2

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

\*\*\* - z tabeli powyżej



WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Światłowodowy-1	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Optical fibers-1	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna	
Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika	
Poziom i forma studiów: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu FTP002005W + FTP002005L	
Grupa kursów NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza w zakresie optyki falowej i instrumentalnej (WIEDZA)
2. Umiejętność prowadzenia eksperymentów, opracowania wyników i przygotowywania sprawozdania (UMIEJĘTNOŚCI)
3. Umiejętność obsługi prostych przyrządów optycznych (UMIEJĘTNOŚĆ)

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z budową i zasadą działania falowodów planarnych i światłowodów tradycyjnych, specjalnych oraz mikrostrukturalnych
- C2 Zapoznanie studentów z technologią wytwarzania światłowodów
- C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi parametrami charakteryzującymi własności propagacyjne falowodów planarnych oraz światłowodów
- C4 Zapoznanie studentów z pasywnymi i aktywnymi elementami sieci światłowodowych

C5 Zapoznanie studentów z zastosowaniami światłowodów w telekomunikacji oraz metrologii  
 C6 Zapoznanie studentów z najnowszymi trendami rozwoju techniki światłowodowej  
 C7 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i wyszukiwania informacji w zakresie optyki światłowodów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu propagacji światła w falowodach planarnych i światłowodach cylindrycznych.

PEU\_W02 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu wykorzystania światłowodów w telekomunikacji.

PEU\_W03 Podstawowa wiedza z zakresu pasywnych i aktywnych elementów sieci światłowodowych.

PEU\_W04 Szczegółowa wiedza dotycząca budowy i zasady działania źródeł światła stosowanych w technice światłowodowej.

PEU\_W05 Szczegółowa wiedza dotycząca zastosowania światłowodowych elementów pasywnych w telekomunikacji i metrologii.

PEU\_W06 Szczegółowa wiedza dotycząca światłowodów specjalnych

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność obróbki światłowodów oraz technik ich łączenia.

PEU\_U02 Umiejętność zaplanowania i wykonania eksperymentów związanych z pomiarami parametrów transmisyjnych światłowodów.

PEU\_U03 Umiejętność oceny przydatności czujników światłowodowych do konkretnego zastosowania.

PEU\_U04 Umiejętność wykorzystania aparatury dedykowanej do pomiarów wybranych parametrów transmisyjnych światłowodów.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samokształcania, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem techniki światłowodowej i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny

PEU\_K02 Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mające na celu kreatywne rozwiązywanie problemów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Równania Maxwella, fale typu TE i TM odbicie i załamanie fali E-M na granicy dwóch dielektryków, równania Fresnela	2
Wy2	Całkowite wewnętrzne odbicie, falowód planarny	2
Wy3	Struktura modowa i równanie charakterystyczne dla światłowodu planarnego	2
Wy4	Sposoby wytwarzania światłowodów cylindrycznych, straty w światłowodach	2
Wy5	Światłowód cylindryczny, rozwiązanie równań Maxwella dla struktury o symetrii osiowej	2
Wy6	Równanie charakterystyczne, przybliżenie światłowodu słabo	2

	prowadzącego	
Wy7	Konwencja modów hybrydowych i liniowo spolaryzowanych	2
Wy8	Światłowód jednomodowy	2
Wy9	Dyspersja w światłowodach wielomodowych i jednomodowych	2
Wy10	Źródła światła stosowane w technice światłowodowej	2
Wy11	Światłowody aktywne	2
Wy12	Sposoby łączenia światłowodów	2
Wy13	Elementy sieci światłowodowych	2
Wy14	Światłowody specjalne	2
Wy15	Światłowody fotoniczne	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)  
 N2. Udostępnianie materiałów do wykładu  
 N3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych  
 N4. Konsultacje  
 N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i egzaminu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-W06, PEU_U01-U04, PEU_K01, PEU_K02	Egzamin: 6-8 pytań otwartych.
P1=F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. M. Marciniak, *Łączność Światłowodowa*, WKŁ, 1998.
2. A. Majewski, *Podstawy techniki światłowodowej: zagadnienia wybrane*, Oficyna Wydawnicza PW, 2000
3. J. Siuzdak, *Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. 1999.
4. B. Ziętek, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2011.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, Wiley Series 2007
2. A. Yariv, P. Yeh, *Photonics: Optical Electronics in Modern Communications*,

Oxford University Press, 2006.

3. A. Mendez, T. F. Morse, *Specialty Optical Fibers Handbook*, Academic Press, 2007.
4. Sh. Yin, P. B. Ruffin, F.T.S. Yu, *Fiber Optic Sensors*, CRC Press, 2008.

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

Prof. Waław Urbańczyk ([Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl](mailto:Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl))

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Światłowodowy-2	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Optical fibers-2	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna	
Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika	
Poziom i forma studiów: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			25		
Forma zaliczenia			Egzamin / zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			0,8		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza w zakresie optyki falowej i instrumentalnej (WIEDZA)
2. Umiejętność prowadzenia eksperymentów, opracowania wyników i przygotowywania sprawozdania (UMIEJĘTNOŚCI)
3. Umiejętność obsługi prostych przyrządów optycznych (UMIEJĘTNOŚĆ)

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z budową i zasadą działania falowodów planarnych i światłowodów tradycyjnych, specjalnych oraz mikrostrukturalnych
- C2 Zapoznanie studentów z technologią wytwarzania światłowodów
- C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi parametrami charakteryzującymi własności propagacyjne falowodów planarnych oraz światłowodów
- C4 Zapoznanie studentów z pasywnymi i aktywnymi elementami sieci światłowodowych

C5 Zapoznanie studentów z zastosowaniami światłowodów w telekomunikacji oraz metrologii  
 C6 Zapoznanie studentów z najnowszymi trendami rozwoju techniki światłowodowej  
 C7 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i wyszukiwania informacji w zakresie optyki światłowodów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu propagacji światła w falowodach planarnych i światłowodach cylindrycznych.

PEU\_W02 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu wykorzystania światłowodów w telekomunikacji.

PEU\_W03 Podstawowa wiedza z zakresu pasywnych i aktywnych elementów sieci światłowodowych.

PEU\_W04 Szczegółowa wiedza dotycząca budowy i zasady działania źródeł światła stosowanych w technice światłowodowej.

PEU\_W05 Szczegółowa wiedza dotycząca zastosowania światłowodowych elementów pasywnych w telekomunikacji i metrologii.

PEU\_W06 Szczegółowa wiedza dotycząca światłowodów specjalnych

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność obróbki światłowodów oraz technik ich łączenia.

PEU\_U02 Umiejętność zaplanowania i wykonania eksperymentów związanych z pomiarami parametrów transmisyjnych światłowodów.

PEU\_U03 Umiejętność oceny przydatności czujników światłowodowych do konkretnego zastosowania.

PEU\_U04 Umiejętność wykorzystania aparatury dedykowanej do pomiarów wybranych parametrów transmisyjnych światłowodów.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samokształcania, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem techniki światłowodowej i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny

PEU\_K02 Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mające na celu kreatywne rozwiązywanie problemów.

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	3
La2	Spawanie światłowodów	3
La3	Pomiar profilu współczynnika załamania preform światłowodowych	3
La4	Analiza rozkładu dalekiego pola dla włókien jednomodowych	3
La5	Pomiar transmisji włókien w funkcji długości fali	3
La6	Pomiar drogi zdudnienia w światłowodach dwójłomnych	3
La7	Charakteryzacja sprzęgaczy światłowodowych	3
La8	Modele amplitudowego i fazowego czujnika światłowodowego	3
La9	Badanie polarymetrycznego czujnika światłowodowego	3
La10	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	3
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)
- N2. Udostępnianie materiałów do wykładu
- N3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych
- N4. Konsultacje
- N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i egzaminu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-W06 PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_K01, PEU_K02.	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego

P1 = średnia ze wszystkich ocen F1

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. M. Marciniak, *Łączność Światłowodowa*, WKŁ, 1998.
2. A. Majewski, *Podstawy techniki światłowodowej: zagadnienia wybrane*, Oficyna Wydawnicza PW, 2000
3. J. Siuzdak, *Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. 1999.
4. B. Ziętek, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2011.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, Wiley Series 2007
2. A. Yariv, P. Yeh, *Photonics: Optical Electronics in Modern Communications*, Oxford University Press, 2006.
3. A. Mendez, T. F. Morse, *Specialty Optical Fibers Handbook*, Academic Press, 2007.
4. Sh. Yin, P. B. Ruffin, F.T.S. Yu, *Fiber Optic Sensors*, CRC Press, 2008.

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

Prof. Waław Urbańczyk ([Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl](mailto:Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl))  
Dr inż. Tadeusz Martynkien ([tadeusz.martynkien@pwr.wroc.pl](mailto:tadeusz.martynkien@pwr.wroc.pl))

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Światłowody i struktury fotoniczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Fiber optics and photonic structures
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria
Stopień studiów i forma:	I / <del>II</del> stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		100		
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		<b>4</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5		2.0		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza w zakresie optyki falowej i instrumentalnej (WIEDZA)
2. Umiejętność prowadzenia eksperymentów, opracowania wyników i przygotowywania sprawozdania (UMIEJĘTNOŚCI)
3. Umiejętność obsługi prostych przyrządów optycznych (UMIEJĘTNOŚĆ)

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć wiedzę na temat budowy i zasady działania falowodów planarnych, światłowodów cylindrycznych, światłowodów specjalnych oraz fotonicznych
- C2 Zdobyć wiedzę na temat technologii wytwarzania światłowodów różnych typów
- C3 Zdobyć wiedzę na temat podstawowych parametrów charakteryzujących właściwości propagacyjne falowodów planarnych oraz światłowodów
- C4 Zapoznanie studentów z pasywnymi i aktywnymi elementami sieci światłowodowych



C5 Zapoznanie studentów z zastosowaniami światłowodów w telekomunikacji oraz metrologii

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu propagacji światła w falowodach planarnych i światłowodach cylindrycznych.

PEU\_W02 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu wykorzystania falowodów planarnych i światłowodów do przesyłania i przetwarzania informacji.

PEU\_W03 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu wykorzystania falowodów planarnych i światłowodów w metrologii.

#### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność obróbki, pomiarów oraz technik łączenia światłowodów/falowodów.

PEU\_U02 Umiejętność wyboru światłowodów/falowodów odpowiedniego rodzaju do konkretnego zastosowania.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samokształcania, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem techniki światłowodowej i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny

PEU\_K02 Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mające na celu kreatywne rozwiązywanie problemów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Równania Maxwella, fale typu TE i TM odbicie i załamanie fali E-M na granicy dwóch dielektryków, równania Fresnela	2
Wy2	Całkowite wewnętrzne odbicie	2
Wy3	Falowód planarny, falowód paskowy	2
Wy4	Struktura modowa i równanie charakterystyczne dla światłowodu planarnego	2
Wy5	Światłowód cylindryczny, rozwiązanie równań Maxwella dla struktury o symetrii osiowej	2
Wy6	Równanie charakterystyczne, przybliżenie światłowodu słabo przewodzącego	2
Wy7	Konwencja modów hybrydowych i liniowo spolaryzowanych	2
Wy8	Światłowód jednomodowy	2
Wy9	Sposoby wytwarzania światłowodów, straty w światłowodach	2
Wy10	Dyspersja w światłowodach wielomodowych	2
Wy11	Dyspersja w światłowodach jednomodowych	2
Wy12	Źródła światła stosowane w technice światłowodowej	2
Wy13	Lasery i wzmacniacze światłowodowe	2
Wy14	Światłowody specjalne	2
Wy15	Światłowody fotoniczne	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie	3
La2	Spawanie światłowodów	3
La3	Siatki Bragga/ wzmacniacz światłowodowy	3
La4	Analiza rozkładu dalekiego pola dla włókien jednomodowych	3
La5	Pomiar transmisji włókien w funkcji długości fali	3
La6	Pomiar drogi zdudnienia w światłowodach dwójłomnych	3
La7	Charakteryzacja sprzęgaczy światłowodowych	3
La8	Modele amplitudowego i fazowego czujnika światłowodowego	3
La9	Pomiar dyspersji chromatycznej światłowodów metodą interferencyjną.	3
La10	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	3
Suma godzin		30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<p>N1. Prezentacja multimedialna (PowerPoint)</p> <p>N2. Udostępnianie materiałów do wykładu</p> <p>N3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych</p> <p>N4. Konsultacje</p> <p>N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i egzaminu</p>

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEU_U01,PEU_U02, PEU_K01, PEU_K02.	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego
F2	PEU_W01,PEU_W02, PEU_W03	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 6-8 pytań otwartych.
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. M. Marciniak, *Łączność Światłowodowa*, WKŁ, 1998.
2. A. Majewski, *Podstawy techniki światłowodowej: zagadnienia wybrane*, Oficyna Wydawnicza PW, 2000
3. J. Siuzdak, *Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. 1999.
4. B. Ziętek, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2011.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, Wiley Series 2007
2. A. Yariv, P. Yeh, *Photonics: Optical Electronics in Modern Communications*, Oxford University Press, 2006.
3. A. Mendez, T. F. Morse, *Specialty Optical Fibers Handbook*, Academic Press, 2007.
4. Sh. Yin, P. B. Ruffin, F.T.S. Yu, *Fiber Optic Sensors*, CRC Press, 2008.

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

Prof. Waław Urbańczyk ([Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl](mailto:Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl))

Dr inż. Tadeusz Martynkien (tadeusz.martynkien@pwr.wroc.pl)

Załącznik nr 6 do ZW 121/2020

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Technologie opto- i mikroelektroniczne</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Opto- microelectronic technologies</b>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <b>Fizyka Techniczna</b>	
Specjalność (jeśli dotyczy): <b>Nanoinżynieria</b>	
Poziom i forma studiów: <b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
Rodzaj przedmiotu: <b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*</b>	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów <b>TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		45		
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)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5		2		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
3. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu zastosowania nanostruktur w konstrukcji zaawansowanych elementów opto- i mikro-elektronicznych, sensorów i elementów pamięci
- C2 Nabycie wiedzy na temat zastosowania nanostruktur w elementach mikrofluidycznych oraz magazynowania energii

- C3 Zapoznanie studentów z obecnym stanem oraz trendami rozwojowymi zastosowań nanostruktur
- C4 Zapoznanie studentów z procesem technologicznym wytwarzania wybranego elementu wykorzystującego nano-struktury
- C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie zastosowań nanostruktur w konstrukcji elementów i systemów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 rozumie znaczenie nanoinżynierii i jej zastosowań oraz jej pozycję w obszarze nauk technicznych

PEU\_W02 ma szczegółową wiedzę z zakresu nanostruktur i nanokryształów półprzewodnikowych obejmującą metody ich klasyfikacji, wytwarzania, badania i zastosowań

PEU\_W03 ma szczegółową wiedzę z zakresu projektowania i wytwarzania struktur niskowymiarowych pozwalającą na zaprojektowanie struktury o zadanych własnościach fizycznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U02 potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

PEU\_U02 potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie

PEU\_U03 potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną w języku polskim i obcym na temat realizacji badań oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania, w tym samodoksztalcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

PEU\_K02 potrafi pracować samodzielnie i w grupie, umie przyjąć na siebie rolę kierowniczą

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Nanostruktury: definicje, klasyfikacja, materiały, obszary zastosowań	2
Wy2	Miniaturyzacja a skalowanie, nowe właściwości funkcjonalne nanostruktur	2
Wy3	Przegląd podstawowych procesów technologicznych wytwarzania i modyfikacji właściwości nanostruktur	2
Wy4	Wytwarzanie warstw i struktur niskowymiarowych półprzewodników złożonych (CVD, MOVPE, MBE)	2
Wy5	Samoorganizujące się struktury półprzewodnikowe: studnie, druty, kropki kwantowe – wytwarzanie, charakteryzacja, zastosowanie w przyrządach	2
Wy6	Litograficzne i nielitograficzne metody wytwarzania nanostruktur: nanopodłoża, nanolaminaty	2
Wy7	Wytwarzanie i zastosowanie kryształów fotonicznych	2

Wy8	Właściwości i wytwarzanie indywidualnych nanaocząstek: nanaorurki węglowe, fulereny, nonodiamant, DLC, ND, grafem	2
Wy9	Zastosowanie indywidualnych nanaocząstek na bazie węgla	2
Wy10	Przykłady zastosowania nanostruktur w przyrządach elektronicznych	2
Wy11	Sensory gazów i bio-sensory na bazie nanostruktur	2
Wy12	Przykłady zastosowania nanostruktur w przyrządach optoelektronicznych: lasery i detektory	2
Wy13	Wytwarzanie i zastosowania funkcjonalnych materiałów gradientowych	2
Wy14	Nowe zastosowania nanostruktur: tranzystory 3D, nano-sensory i nanonarzędzia	2
Wy15	Problemy bezpiecznego i świadomego stosowania nanostruktur	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
L1	Organizacja i działanie nowoczesnego laboratorium półprzewodnikowego (clean room)	3
L2	Infrastruktura i aparatura technologiczna do wytwarzania elementów mikro- i optoelektronicznych	3
L3	Proces technologiczny wytwarzania elementów półprzewodnikowych	3
L4	Osadzanie struktur przyrządowych AIII(BV)(N) techniką MOVPE	3
L5	Nowoczesne technologie odwzorowania i wytwarzania masek	3
L6	Zastosowanie techniki fotolitografii	3
L7	Zastosowanie techniki elektronolitografii	3
L8	Technik CVD w procesie wytwarzania elementów (PECVD, ICPCVD, RIE)	
L9	Wykonywanie ścieżek i połączeń metalicznych (technika PVD)	3
L10	Pomiary międzyoperacyjne i charakteryzacja wytworzonych elementów (AFM, SEM, pomiary optyczne/elektryczne)	3
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1. Wykłady problemowy – metoda tradycyjna
2. Praca własna – przygotowanie do wykładu
3. Konsultacje
4. Praca własna – przygotowanie do seminarium
5. Laboratorium
6. Praca własna – przygotowanie do laboratorium
7. Samodzielne przygotowanie prezentacji podanego zagadnienia - wykorzystanie aktualnej literatury przedmiotu

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	odpowiedzi ustne, kolokwium
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K02	wystąpienia przygotowane dla podanego zagadnienia
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		
F3	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Zaliczenie
$P = F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Marc J. Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, Third Edition, Boca Raton, USA, 2011
2. G. Cao, Y. Wang, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, Second Edition, World Scientific Publishing Co., Pte. Ltd., Singapore, China, 2011

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

1. czasopismo: IEEE *Nanotechnology* Magazine
2. <http://nanotechnology.com>

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

Prof. dr hab. inż. Regina Paszkiewicz, Regina.Paszkiewicz@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b> Teoria struktur niskowymiarowych	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b> Theory of low-dimentional structures	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> Fizyka Techniczna	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> Nanoinżynieria	
<b>Poziom i forma studiów:</b> I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b> obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b> TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
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	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5	1.5			

\*niepotrzebne skreślić

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

Zaliczone kursy: Mechanika kwantowa; Wstęp do fizyki ciała stałego; Podstawy fizyki półprzewodników.

#### CEL PRZEDMIOTU

C1. Celem kursu jest nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, w dziedzinie teorii struktur niskowymiarowych.

C2. Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zagadnień dotyczących teorii struktur niskowymiarowych.



C3. Zdobycie umiejętności samodzielnego pozyskiwania wiedzy z literatury naukowej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 posiada wiedzę w zakresie podstaw teorii struktur niskowymiarowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi rozwiązywać wybrane zagadnienia w zakresie podstaw teorii struktur niskowymiarowych

PEU\_U02 umie stosować zdobytą wiedzę w praktyce naukowej i technicznej

PEU\_U03 umie poszerzać wiedzę w oparciu o literaturę naukową

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumie konieczność samokształcenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-Wy4	Podstawowe układy dwuwymiarowe: tranzystory MOSFET, studnie kwantowe i układy studni oraz selektywnie domieszkowane heterozłącza. Metody obliczania energii podpasz (model funkcji obwiedni) w obrębie zarówno pasma przewodnictwa jak i walencyjnego.	8
Wy5	Dwuwymiarowe układy pseudomorficzne. Modyfikacja struktury pasmowej wywołana przez naprężenia.	2
Wy6	Własności supersieci półprzewodnikowych.	2
Wy7-Wy9	Układy jedno- i zerowymiarowe (kwantowe druty i kropki). Omówienie metod wytwarzania oraz potencjalnych zastosowań. Metody obliczania struktury pasmowej.	6
Wy10	Rozkład gęstości stanów w układach niskowymiarowych i statystyka nośników.	2
Wy11-Wy12	Absorpcja światła w układach niskowymiarowych. Reguły wyboru dla przejść optycznych między- i wewnątrzpaszowych.	4
Wy13-Wy14	Fizyka ekscytonów w układach niskowymiarowych. Pochłanianie światła przez ekscytony.	3
Wy14-Wy15	Teoria fotoluminescencji w układach niskowymiarowych.	3
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1-Ćw6	Obliczanie energii i funkcji falowych podpasz (model funkcji obwiedni) w obrębie pasma przewodnictwa.	12
Ćw7-Ćw8	Supersieci półprzewodnikowe.	4
Ćw9-Ćw10	Obliczanie gęstości stanów w przypadku struktur niskowymiarowych.	4
Ćw11-Ćw13	Reguły wyboru dla przejść optycznych między- i wewnątrzpaszowych w układach niskowymiarowych.	6
Ćw14-Ćw15	Ekscytony w układach niskowymiarowych.	4
	Suma godzin	<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład problemowy. N2. Ćwiczenia tradycyjne.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01- PEU_U01	Egzamin pisemny.
P = F1		
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01- PEU_U03, PEU_U01	Kolokwium. Dyskusje.
P = F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] K. Sierański, M. Kubisa, J. Szatkowski, J. Misiewicz, Półprzewodniki i struktury półprzewodnikowe. Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2002
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] G. Bastard, Wave Mechanics Applied to Semiconductor Heterostructures. Les Editions de Physique, Les Ulis (France) 1988 [2] E. L. Ivchenko, G. Pikus, Superlattices and Other Heterostructures, Springer, Berlin 1995 [3] L. Jacak, P. Hawrylak, A. Wójs, Kropki kwantowe. Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 1996 [4] M. J. Kelly, Low-Dimensional Semiconductors. Materials, Physics, Technology, Devices. Clarendon Press, Oxford 1995
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr inż. Maciej Kubisa, maciej.kubisa@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wstęp do fizyki ciała stałego
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Introduction to Solid State Physics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy):	Fotonika
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100				
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	<b>4</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej
2. Umiejętność posługiwania się aparatem algebry liniowej i analizy matematycznej
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy budowy krystalicznej ciał stałych
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu obliczeń struktury pasmowej ciał stałych
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu podziału ciał stałych na metale, półprzewodniki i dielektryki
- C4 Nabycie wiedzy z zakresu kwazicząstek w ciałach stałych. Pojęcie dziury i ekscytonu
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu opisu elektronów w metalach, półprzewodnikach i dielektrykach przy użyciu statystyk
- C4 Nabycie wiedzy z zakresu opisu kwantowego drgań atomów w ciałach stałych. Pojęcie fononu

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - zna podstawowe koncepcje, zasady, modele teoretyczne oraz metody pomiarowe fizyki ciała stałego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - rozumie potrzebę samokształcenia

## TREŚCI PROGRAMOWE - Wykład

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy krystalografii. Sieć odwrotna. Sieci krystalograficzne	
Wy2	Podstawy fizyczne modelu jednoelektronowego	2
Wy3	Funkcje Blocha. Strefy Brillouina	2
Wy4	Metoda kp obliczania struktury pasmowej ciał stałych	2
Wy 5	Tensor Masy Efektywnej. Ogólne własności pasm. Strefa Brillouina	2
Wy 6	Model elektronów swobodnych i prawie swobodnych	2
Wy 7	Metody silnego wiązania obliczania struktury pasmowej ciał stałych.	2
Wy8	Warunki periodyczności Borna-Karmana. Gęstość stanów.	2
Wy 9	Klasyfikacja metal- nie metal. Własności pasm całkowicie zajętych. Pojęcie i własności fizyczne dziury	2
Wy 10	Metoda masy efektywnej. Płytkie domieszki. Donory i akceptory. Ekscytory	2
Wy 11	Statystyki kwantowe. Własności gazu zdegenerowanego w metalach	2
Wy 12	Koncentracje elektronów i dziur w półprzewodnikach	2
Wy 13	Równanie neutralności. Wyznaczanie poziomu Fermiego	2
Wy 14	Drgania sieci. Fonony akustyczne i optyczne	2
Wy 15	Teoria Debye'a ciepła właściwego	2
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna

N2. Wykład – częściowo udostępniony w sieci zapis elektroniczny

N3. Konsultacje

N4. Praca własna – przygotowanie do wykładu i kolokwium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01	Wykład – kolokwium zaliczeniowe

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. H. Ibach, H. Luth, *Fizyka Ciała Stałego*, PWN, Warszawa, 1996
2. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Fizyka Ciała Stałego*, PWN, Warszawa, 1986
3. L. Sosnowski, "Fizyka Ciała Stałego" t.2, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1977
4. L. Bryja, J. Jadczyk, K. Ryczko, *Matter Radiation Interaction*, Politechnika Wroclawska 2012

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

1. W. A. Harrison, *Fizyka Ciała Stałego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975
2. P. Yu, M. Cardona, *Fundamentals of Semiconductors*, Springer, Berlin 1996

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

Dr hab. inż. Leszek Bryja prof. ucz., Leszek. Bryja@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wstęp do fizyki ciała stałego
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Introduction to Solid State Physics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria/Fotonika
Poziom i forma studiów:	I / <del>II</del> stopień / <del>jednolite studia magisterskie*</del> , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany</del> *
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej
2. Umiejętność posługiwania się aparatem algebry liniowej i analizy matematycznej
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy budowy krystalicznej ciał stałych
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu obliczeń struktury pasmowej ciał stałych
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu podziału ciał stałych na metale, półprzewodniki i dielektryki
- C4 Nabycie wiedzy z zakresu kwazicząstek w ciałach stałych. Pojęcie dziury i ekscytonu
- C3 Nabycie wiedzy z zakresu opisu elektronów w metalach, półprzewodnikach i dielektrykach przy użyciu statystyk
- C4 Nabycie wiedzy z zakresu opisu kwantowego drgań atomów w ciałach stałych. Pojęcie fononu

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - zna podstawowe koncepcje, zasady, modele teoretyczne oraz metody pomiarowe fizyki ciała stałego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - rozumie potrzebę samokształcenia

## TREŚCI PROGRAMOWE - Wykład

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy krystalografii. Sieć odwrotna. Sieci krystalograficzne	
Wy2	Podstawy fizyczne modelu jednoelektronowego	2
Wy3	Funkcje Blocha. Strefy Brillouina	2
Wy4	Metoda kp obliczania struktury pasmowej ciał stałych	2
Wy 5	Tensor Masy Efektywnej. Ogólne własności pasm. Strefa Brillouina	2
Wy 6	Model elektronów swobodnych i prawie swobodnych	2
Wy 7	Metody silnego wiązania obliczania struktury pasmowej ciał stałych.	2
Wy8	Warunki periodyczności Borna-Karmana. Gęstość stanów.	2
Wy 9	Klasyfikacja metal- nie metal. Własności pasm całkowicie zajętych. Pojęcie i własności fizyczne dziury	2
Wy 10	Metoda masy efektywnej. Płytkie domieszki. Donory i akceptory. Ekscytony	2
Wy 11	Statystyki kwantowe. Własności gazu zdegenerowanego w metalach	2
Wy 12	Koncentracje elektronów i dziur w półprzewodnikach	2
Wy 13	Równanie neutralności. Wyznaczanie poziomu Fermiego	2
Wy 14	Drgania sieci. Fonony akustyczne i optyczne	2
Wy 15	Teoria Debye'a ciepła właściwego	2
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna

N2. Wykład – częściowo udostępniony w sieci zapis elektroniczny

N3. Konsultacje

N4. Praca własna – przygotowanie do wykładu i kolokwium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01	Wykład – kolokwium zaliczeniowe

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. H. Ibach, H. Luth, *Fizyka Ciała Stałego*, PWN, Warszawa, 1996
2. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Fizyka Ciała Stałego*, PWN, Warszawa, 1986
3. L. Sosnowski, "Fizyka Ciała Stałego" t.2, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1977
4. L. Bryja, J. Jadczyk, K. Ryczko, *Matter Radiation Interaction*, Politechnika Wrocławska 2012

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

1. W. A. Harrison, *Fizyka Ciała Stałego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975
2. P. Yu, M. Cardona, *Fundamentals of Semiconductors*, Springer, Berlin 1996

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

Dr hab. inż. Leszek Bryja prof. ucz., Leszek. Bryja@pwr.edu.pl



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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		70		
Forma zaliczenia	Egzamin / <del>zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	1		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1		1.8		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Fizyka ogólna
2. Analiza matematyczna.

#### 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

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

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

Z zakresu umiejętności:

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

PEU\_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:

PEU\_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. 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. Polaryzacja elektryczna, mechanizmy polaryzacji, polaryzacja spontaniczna. Klasyfikacja dielektryków, piezo, piro i ferroelektryki, ferroiki i multiferroiki.	2
Wy3	Tensorowy opis naprężeń i deformacji. 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	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 dotyczące ferroelektryków.	2
Wy7-8	Ferroelektryczne przejścia fazowe pierwszego rodzaju. Anomalie właściwości fizycznych ferroelektryków w otoczeniu przemian fazowych.	3

	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 dwójłomności wymuszonej polem elektrycznym – efekt Pockelsa. Badanie nieliniowych efektów elektrooptycznych w dielektrykach.	4
L4	Pomiary dwójłomności spontanicznej ferroelektryków.	4
L5	Badanie prostego i odwrotnego zjawiska piezoelektrycznego.	4
L6	Badanie pojemności elektrycznej układów złożonych.	4
L7	Badanie podstawowych parametrów kondensatorów płaskich.	4
L8	Seminarium podsumowujące.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

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

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	Egzamin pisemny
P = F1		
F1 (laboratorium)	PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Ocena raportów oraz ocena prezentacji podczas seminarium podsumowującego zajęcia laboratoryjne
P = F2		

## 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).
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).

### **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. Scott, Ferroelectric Memories, Springer Series in Advanced Microelectronics 3, Berlin, Heidelberg (2000).
4. R. Blinc and B. Zeks, Soft modes in ferroelectrics and antiferroelectrics, North–Holland, (1974).
5. Wybrane artykuły przeglądowe z czasopism naukowych i popularnonaukowych.

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

Dr hab. inż. Adam Sieradzki, prof. ucz., adam.sieradzki@pwr.edu.pl

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / <del>zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1		1.8		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Fizyka ogólna
2. Analiza matematyczna.

#### 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 UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

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

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

Z zakresu umiejętności:

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

PEU\_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:

PEU\_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. 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. Polaryzacja elektryczna, mechanizmy polaryzacji, polaryzacja spontaniczna. Klasyfikacja dielektryków, piezo, piro i ferroelektryki, ferroiki i multiferroiki.	2
Wy3	Tensorowy opis naprężeń i deformacji. 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	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 dotyczące ferroelektryków.	2
Wy7-8	Ferroelektryczne przejścia fazowe pierwszego rodzaju. Anomalie właściwości fizycznych ferroelektryków w otoczeniu przemian fazowych.	3

	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 dwójłomności wymuszonej polem elektrycznym – efekt Pockelsa. Badanie nieliniowych efektów elektrooptycznych w dielektrykach.	4
L4	Pomiary dwójłomności spontanicznej ferroelektryków.	4
L5	Badanie prostego i odwrotnego zjawiska piezoelektrycznego.	4
L6	Badanie pojemności elektrycznej układów złożonych.	4
L7	Badanie podstawowych parametrów kondensatorów płaskich.	4
L8	Seminarium podsumowujące.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

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

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	Egzamin pisemny
P = F1		
F1 (laboratorium)	PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Ocena raportów oraz ocena prezentacji podczas seminarium podsumowującego zajęcia laboratoryjne
P = F2		

## 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).
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).

### **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. Scott, Ferroelectric Memories, Springer Series in Advanced Microelectronics 3, Berlin, Heidelberg (2000).
4. R. Blinc and B. Zeks, Soft modes in ferroelectrics and antiferroelectrics, North–Holland, (1974).
5. Wybrane artykuły przeglądowe z czasopism naukowych i popularnonaukowych.

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

Dr hab. inż. Adam Sieradzki, prof. ucz., adam.sieradzki@pwr.edu.pl



<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Wstęp do fizyki nanostruktur</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>Introduction to physics of nanostructures</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Fizyka Techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK-/ NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	20				30
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)	X				
Liczba punktów ECTS	1				1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.5				1.0

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Podstawy mechaniki kwantowej. Wstęp do fizyki ciała stałego.

### CEL PRZEDMIOTU

C1 Poznanie i zrozumienie podstawowych zjawisk fizycznych występujących w nanostrukturach.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna i rozumie znaczenie odkryć i osiągnięć fizyki nanostruktur

PEU\_W02 zna podstawowe zagadnienia dotyczące wytwarzania nanokryształów

PEU\_W03 zna podstawowe właściwości optyczne nanostruktur

PEU\_W04 zna techniki mikroskopowe wykorzystywane do badania nanostruktur

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną w języku polskim i obcym na temat obiektów makro-, mikro- i nano

PEU\_U02 potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich — dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne

PEU\_U03 potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną na dany temat dotyczący przedmiotu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi brać udział w dyskusji na temat badań materiałów mikro- oraz nanoobjektów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Obiekty makro; mikro i nano -konsekwencje fizyczne ograniczenia rozmiaru.	2
Wy2	Przegląd nanostruktur: studnie, druty i kropki kwantowe, nanorurki, nanokryształy.	3
Wy3	Otrzymywanie nanostruktur półprzewodnikowych metodą epitaksji.	2
Wy4	Chemiczne metody otrzymywania nanostruktur.	2
Wy5	Metody wytwarzania nanokryształów.	2
Wy6	Właściwości optyczne nanostruktur, ekscytony.	2
Wy7	Podstawy skaningowej mikroskopii tunelowej oraz mikroskopii sił Atomowych.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Zastosowania mikroskopii tunelowej i mikroskopii sił atomowych.	4
Se2	Wprowadzenie do spintroniki, tranzystor spinowy.	3
Se3	Zastosowania nanostruktur do zapisu informacji.	3
Se4	Lasery nowej generacji wykorzystujące studnie i kropki kwantowe.	5
Se5	Lasery wykorzystujące nanokryształy.	5
Se6	Nanostruktury węglowe.	5
Se7	Nanostruktury molekularne.	5
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacją multimedialną.  
N2. Wykład tradycyjny.  
N3. Seminarium z prezentacją multimedialną.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01 - PEU_W06 PEU_U01 – PEU_U02	kolokwium
P1(wykład)=F1		
F2 (seminarium)	PEU_U01 - PEU_U03 PEU_K01	wygłoszenie referatu na ocenę, uczestniczenie w seminariach
P2(seminarium)=F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] *Nanotechnology*, R. W. Kelsall, I. W. Hamley, M. Geoghegan, PWN 2008

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] *Springer Handbook of Nanotechnology*, Ed.B. Bhushan, Springer Verlag, Berlin 2004  
[2] *Nanotechnology*, G. Timp, Springer Verlag, Berlin 1998  
[3] *Nanoelectronics and Information Technology*, ed. R. Waser Willey-VCH, 2003

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

Prof. dr hab. inż. Jan Misiewicz, jan.misiewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Wstęp do programowania</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Introduction to programing</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Fizyka techniczna</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria/Fotonika
Poziom i forma studiów:	<b>I /<del>II</del> stopień/ jednolite studia magisterskie*</b> , stacjonarna / <b>niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy /<del>wybieralny</del> /-ogólnouczelniany-*</b>
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		45		
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)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)			1.8		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza dotycząca programowania dla szkoły średniej.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie umiejętności formułowania prostych algorytmów  
C2 Nabycie umiejętności implementacji prostych algorytmów w wybranym języku programowania

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna składnie i podstawowe instrukcje strukturalnego języka programowania

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi sformułować proste algorytmy.

PEU\_U02 Potrafi uruchomić program napisany w wybranym języku programowania.

PEU\_U03 Potrafi zaimplementować proste algorytmy w wybranym języku programowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie potrzebę samodzielnego zdobywania wiedzy.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zapoznanie z wybranym środowiskiem programistycznym.	1h
Wy2	Projektowanie programu. Objasnianie kodu za pomocą komentarzy. Pisanie na ekran. Zmienne. Proste funkcje.	1h
Wy3	Interakcja z użytkownikiem. Przekazywanie argumentów do funkcji.	2h
Wy4	Obliczenia matematyczne. Funkcje zwracające wartość.	2h
Wy5	Sterowanie – konstrukcja if-else. Operatory relacji.	1h
Wy6	Zagnieżdżone struktury warunkowe. Operatory logiczne.	1h
Wy7	Sterowanie – pętle for, while.	2h
Wy8	Pętle zagnieżdżone.	2h
Wy9	Poszerzenie wiadomości o funkcjach.	1h
Wy10	Powtórzenie	2h
	Suma godzin	<b>15h</b>

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy1	1h
La2	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy2	1h
La3	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy3	1h
La4	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy4	1h
La5	Zaliczenie cząstkowe 1	1h
La6	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy5	1h
La7	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy6	1h
La8	Zaliczenie cząstkowe 2	1h
La9	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy7	1h
La10	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy8	1h
La11	Zaliczenie cząstkowe 3	1h
La12	Praktyczna realizacja zagadnień – Wy9	1h
La13	Powtórzenie	1h
La14	Kolokwium zaliczeniowe	2h
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji komputerowej
- N2. Ćwiczenia laboratoryjne z rozwiązywaniem zadań związanych z treściami programowymi.
- N3. Notatki do zajęć oraz listy zadań udostępniane w formie elektronicznej.
- N4. Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Oceny rozwiązań zadań z list realizowanych w trakcie zaliczeń cząstkowych
F2	PEU_W01, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Ocena rozwiązań zadań z list realizowanych w ramach kolokwium zaliczeniowego
P=F1+F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] T. Gaddis, Python dla zupełnie początkujących, Helion, Gliwice, 2019.
- [2] Notatki do wykładu w formie elektronicznej udostępnione na stronie internetowej wykładowcy

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] M. Dawson, *Python dla każdego. Podstawy programowania.*, Helion, Gliwice, 2014.

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

dr inż. Karol Tarnowski, [karol.tarnowski@pwr.edu.pl](mailto:karol.tarnowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI  
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: *WSTĘP DO RACHUNKU PRAWDOPODOBIENSTWA*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: *INTRODUCTION TO PROBABILITY THEORY*

Kierunek studiów: *Fizyka Techniczna*

Specjalność (jeśli dotyczy): *Nanoinżynieria/Fotonika*

Poziom i forma studiów: **I / II stopień / jednolite studia magisterskie\***, stacjonarna / niestacjonarna\*

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \***

Kod przedmiotu .....

Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	45			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	<b>1</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0.8	1			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Zna podstawowe pojęcia rachunku różniczkowego i całkowitego funkcji wielu zmiennych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie aksjomatyki rachunku prawdopodobieństwa.
- C2 Zaznajomienie się z klasycznymi modelami tej aksjomatyki: prawdopodobieństwem klasycznym i prawdopodobieństwem geometrycznym.
- C3 Nabycie umiejętności obliczania prawdopodobieństw zdarzeń w różnych modelach.,
- C4 Zapoznanie się z językiem zmiennych losowych.
- C5 Poznanie najważniejszych rozkładów prawdopodobieństwa.
- C6 Poznanie najważniejszych nierówności pomocnych przy szacowaniu prawdopodobieństw
- C7 Poznanie funkcji charakterystycznych jako ważnego narzędzia dowodowego.
- C8 Zaznajomienie się z Prawem Wielkich Liczb i Centralnym Twierdzeniem Granicznym.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student:

PEU\_W01 zna podstawowe modele probabilistyczne

PEU\_W02 zna pojęcie zmiennych losowych

PEU\_W03 zna najważniejsze rozkłady prawdopodobieństwa

PEU\_W04 zna prawa Wielkich Liczb i Centralne Twierdzenie Graniczne

Z zakresu umiejętności student:

PEU\_U01 potrafi obliczać prawdopodobieństwa w modelu klasycznym i geometrycznym

PEU\_U02 potrafi obliczać prawdopodobieństwa warunkowe

PEU\_U03 umie korzystać z nierówności do szacowania prawdopodobieństw

PEU\_U04 potrafi sprawdzić, czy dane zdarzenia lub zmienne losowe są niezależne

PEU\_U05 potrafi obliczać rozkłady sum zmiennych losowych o danym rozkładzie łącznym

PEU\_U06 potrafi szacować prawdopodobieństwa zdarzeń dotyczących sum niezależnych zmiennych losowych za pomocą Centralnego Twierdzenia Granicznego

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEU\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Dyskretne przestrzenie probabilistyczne. Elementy kombinatoryki skończonej. Niezależność zdarzeń. Prawdopodobieństwo warunkowe.	2
Wy2	Zmienne losowe i wartość oczekiwana. Niezależność zmiennych losowych. Wariancja zmiennej losowej.	2
Wy3	Podstawowe rozkłady dyskretne (Bernoulliego, geometryczny, Poissona). Funkcje tworzące zmiennych losowych.	2
Wy4	Pojęcie ogólnej przestrzeni probabilistycznej.	1
Wy5	Zmienne o rozkładzie ciągłym. Gęstość zmiennej. Dystrybuanta.	2
Wy6	Podstawowe rozkłady ciągłe (jednostajny, normalny, wykładniczy)	2
Wy7	Nierówności Markowa, Czebyszewa, Chernoffa. Koncentracja zmiennych losowych.	2
Wy8	Prawa wielkich liczb i centralne twierdzenie graniczne.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Prawdopodobieństwo klasyczne: obliczanie prawdopodobieństw z użyciem metod kombinatorycznych, stosowanie wzoru włączeń i wyłączeń	4
Ćw2	Obliczanie prawdopodobieństw warunkowych, badanie niezależności zdarzeń, schemat Bernoulliego, rozkład geometryczny, rozkład Poissona	2
Ćw3	Wyznaczanie dystrybuant i momentów zmiennych losowych.	4
Ćw4	Zastosowanie podstawowych nierówności probabilistycznych.	2
Ćw5	Zastosowania Prawa Wielkich liczb	2
Ćw6	Zastosowania Centralnego Twierdzenia Granicznego	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>



**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna z wykorzystaniem technik multimedialnych  
N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna  
N3. Konsultacje  
N4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 - PEU_U06 PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01 - PEU_W04 PEU_U01 - PEU_U06, PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe
P=0,4*F1+0,6*F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] P. Billingsley, Prawdopodobieństwo i miara, PWN, Warszawa, 1987.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. A. Borowkow, Rachunek prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa, 1975.  
[2] W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, tomy I i II, PWN, Warszawa, 1971.  
[3] J. Lamperti, Probability, New York, 1966.  
[4] B. Fristedt, L. Gray, A Modern Approach to Probability Theory, Birkhäuser, 1997.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr hab. Wojciech Mydlarczyk, prof. ucz. wojciech.mydlarczyk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Wybrane zagadnienia mechaniki kwantowej	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Selected problems of quantum mechanics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna	
Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika/Nanoinżynieria	
Poziom i forma studiów: I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	20			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Wiedza i umiejętności z zakresu kursu Mechanika kwantowa.
2. Wiedza i umiejętności z zakresu analizy matematycznej i algebry.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy dotyczącej wybranych zagadnień mechaniki kwantowej.  
 C2 Zdobycie praktycznej umiejętności rozwiązywania wybranych problemów mechaniki kwantowej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 umie zdefiniować zagadnienie z mechaniki kwantowej oraz tłumaczyć i wyjaśniać problem i uzasadniać wnioski.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym w rozwiązaniu problemów mechaniki kwantowej i sformułować wnioski jakościowe, ponadto potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1- Wy14	Rozpraszanie. Metoda zaburzeń zależnych od czasu. Oddziaływanie ładunku elektrycznego z polem elektromagnetycznym. Zaburzenie harmonicznie zależne od czasu. Przejścia dipolowe elektryczne w atomach.	13
W15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1- 14	1. Sprawy organizacyjne. 2. Rozwiązywanie zagadnień dotyczących: rozpraszania, metody zaburzeń zależnych od czasu, oddziaływania ładunku elektrycznego z polem elektromagnetycznym, zaburzenia harmonicznego zależnego od czasu, przejścia dipolowego elektrycznego w atomach.	13
Ćw15	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (tematy 1-3)	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny
- N2. Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań rachunkowych
- N3. Zasoby cyfrowe
- N4. Konsultacje
- N5. Praca własna

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-ćw	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Dyskusje, kartkówki, kolokwia z ćwiczeń
P-wykład	PEK_W01, PEK_U1, PEK_K1	Kolokwium pisemne (wykład)

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] Mechanika kwantowa - Landau Lew D., Lifszyc Jewgienij M

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

dr hab. Krzysztof Ryczko, prof. uczelni (krzysztof.ryczko@pwr.wroc.pl)

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim Źródła i detektory</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Sources and detectors</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Fizyka Techniczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Fotonika</b>	
<b>Poziom i forma studiów: I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	15		25		
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)	X				
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.8		1.0		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z zakresu podstaw Fizyki Współczesnej oraz elementów Fizyki Ciała Stałego i Fizyki Półprzewodników
2. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki
3. Umiejętność wykonania podstawowych pomiarów elektrycznych
4. Znajomość metod obliczania niepewności pomiarowych

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Zdobyć wiedzę w zakresie podstaw działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.

C2 Nabyć umiejętności przeprowadzenia podstawowych pomiarów fotoelektrycznych źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.

C3 Nabyć umiejętności napisania raportu z przeprowadzonego eksperymentu

C4 Nabyć umiejętności pracy w zespole

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna i rozumie podstawy fizyczne działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego

PEU\_W02 zna aparaturę i zasady pomiarów podstawowych parametrów źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zestawić prosty układ do pomiaru podstawowych parametrów detektorów i źródeł promieniowania elektromagnetycznego i wykonać ich pomiary

PEU\_U02 potrafi napisać raport z wykonanych pomiarów

PEU\_U03 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania w zespole .

PEU\_K02 rozumie potrzebę samokształcenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podział widma promieniowania e.m., prawa promieniowania ciała doskonale czarnego i ciał rzeczywistych. Termiczne źródła promieniowania.	2
Wy2	Działanie wybranych przyrządów półprzewodnikowych: złącze p-n, tranzystor polowy i bipolarny.	2
Wy3	Efekt fotowoltaiczny na złączu p-n. Zasada działania fotodiody, ogniwa słonecznego, przyrządów CCD.	2
Wy4	Klasyfikacja detektorów promieniowania e.m; kryteria oceny, parametry, układy pomiarowe służące do charakteryzacji detektorów.	2
Wy5	Detektory fotonowe. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy6	Detektory termiczne. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy7	Zjawisko luminescencji w ciałach stałych. Lasery półprzewodnikowe i diody elektroluminescencyjne.	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
L1	Wprowadzenie do laboratorium. Zapoznanie się z zasadą działania i obsługą urządzeń. Dyskusja nt. sporządzania raportu z ćwiczeń.	2
L2	Kalibracja detektora piroelektrycznego przy pomocy modelu ciała doskonale czarnego. Sprawdzenie prawa Stefana Boltzmana. Wyznaczenie czułości globalnej detektora i zależności sygnału użytecznego od częstotliwości modulacji	4
L3	Badanie charakterystyki spektralnej termicznego i nietermicznego źródła promieniowania elektromagnetycznego <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibracja monochromatora przy pomocy monochromatycznego źródła promieniowania</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej źródła termicznego (lampa halogenowa, globar) przy pomocy detektora termicznego.</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej źródła nietermicznego (laser, lampa wyładowcza) przy pomocy detektora termicznego lub fotonowego.</li> </ul>	4
L4	Wyznaczenie charakterystyk fotoelektrycznych fototranzystora. <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej czułości</li> <li>• pomiar zależności prądu kolektora od napięcia kolektor-emiter fototranzystora przy różnych długościach fali</li> <li>• pomiar zależności prądu kolektora od napięcia kolektor-emiter fototranzystora przy różnych natężeniach oświetlenia</li> </ul>	4
L5	Wyznaczenie charakterystyk fotoelektrycznych detektora fotoprzewodzącego: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznaczenie rezystancji ciemnej detektora</li> <li>• pomiar czułości widmowej i wydajności kwantowej,</li> <li>• wyznaczenie zależności fotoodpowiedzi od natężenia prądu stałego zasilającego detektor oraz od obciążenia.</li> </ul>	4
L6	Badanie charakterystyki spektralnej źródła nietermicznego (dioda LED i laser półprzewodnikowy) przy pomocy detektora fotonowego <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej fotodiody i diod LED</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej diod LED przy fotodiody; wyznaczenie przerwy wzbronionej materiału półprzewodnika i szerokości połówkowej</li> <li>• pomiar prądu zwarcia i napięcia rozwarcia fotodiody od natężenia światła emitowanego przez diodę LED</li> <li>• pomiar modulacji lasera półprzewodnikowego</li> </ul>	4
L7	Badanie efektu fotowoltaicznego na złączu p-n. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pomiar oporności różniczkowej ciemnej fotodiody na złączu p-n</li> <li>• Wyznaczenie czułości spektralnej i detekcyjności fotodiody</li> <li>• Pomiar sprawności ogniwa słonecznego.</li> </ul>	4
L8	Zajęcia odróbkowe	4
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.  
N2 E-materiały do wykładu umieszczone w Internecie.  
N3 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.  
N4 Praca własna – przygotowanie do laboratorium i do testu zaliczeniowego, wykonanie sprawozdań  
N5 Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych  
N6 Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K03	Testy i aktywność na wykładzie
F3	PEU_W01, PEU_W02	Test zaliczeniowy
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F3 z uwzględnieniem F 2 Test zaliczeniowy + F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Materiały do wykładu i laboratorium ( wstępy teoretyczne oraz instrukcje robocze) , dostępne poprzez internet : [www.if.pwr.wroc.pl/~popko](http://www.if.pwr.wroc.pl/~popko)  
[2] E. Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC  
[3] J. Piotrowski i in. „Półprzewodnikowe detektory podczerwieni” WNT (1985).  
[4] J. Hennel „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej” WNT Warszawa 1995.  
[5] W. Domtroder „Spektroskopia laserowa“ PWN (1993)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Liczne publikacje nt. detektorów promieniowania, katalogi producentów źródeł promieniowania i detektorów (np. Hamamatsu).  
[2] R.Nowicki, "Pomiary energii promienistej", WNT (1969).  
[3] S.M.Sze „, Physics of Semiconductor Devices” J.Wiley and Sons, NY 1981, dostępna wersja elektroniczna, e-książki, BG P.Wr.

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

**prof. Ewa Popko      [ewa.popko@pwr.edu.pl](mailto:ewa.popko@pwr.edu.pl)**



<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Źródła i detektory</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>Sources and detectors</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Fizyka Techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II-stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	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	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.5		1.5		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z zakresu podstaw Fizyki Współczesnej oraz elementów Fizyki Ciała Stałego i Fizyki Półprzewodników
2. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki
3. Umiejętność wykonania podstawowych pomiarów elektrycznych
4. Znajomość metod obliczania niepewności pomiarowych

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Zdobyć wiedzę w zakresie podstaw działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.

C2 Nabycie umiejętności przeprowadzenia podstawowych pomiarów fotoelektrycznych źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.

C3 Nabycie umiejętności napisania raportu z przeprowadzonego eksperymentu

C4 Nabycie umiejętności pracy w zespole

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 zna i rozumie podstawy fizyczne działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego

PEU\_W02 zna aparaturę i zasady pomiarów podstawowych parametrów źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi zestawić prosty układ do pomiaru podstawowych parametrów detektorów i źródeł promieniowania elektromagnetycznego i wykonać ich pomiary

PEU\_U02 potrafi napisać raport z wykonanych pomiarów

PEU\_U03 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania w zespole .

PEU\_K02 rozumie potrzebę samokształcenia

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podział widma promieniowania e.m., prawa promieniowania ciała doskonale czarnego i ciał rzeczywistych. Termiczne źródła promieniowania.	2
Wy2	Działanie wybranych przyrządów półprzewodnikowych: złącze p-n, tranzystor polowy i bipolarny.	2
Wy3	Efekt fotowoltaiczny na złączu p-n. Zasada działania fotodiody, ogniwa słonecznego, przyrządów CCD.	2
Wy4	Klasyfikacja detektorów promieniowania e.m; kryteria oceny, parametry, układy pomiarowe służące do charakteryzacji detektorów.	2
Wy5	Detektory fotonowe. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy6	Detektory termiczne. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy7	Zjawisko luminescencji w ciałach stałych. Lasery półprzewodnikowe i diody elektroluminescencyjne.	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
L1	Wprowadzenie do laboratorium. Zapoznanie się z zasadą działania i obsługą urządzeń. Dyskusja nt. sporządzania raportu z ćwiczeń.	2
L2	Kalibracja detektora piroelektrycznego przy pomocy modelu ciała doskonale czarnego. Sprawdzenie prawa Stefana Boltzmana. Wyznaczenie czułości globalnej detektora i zależności sygnału użytecznego od częstotliwości modulacji	4
L3	Badanie charakterystyki spektralnej termicznego i nietermicznego źródła promieniowania elektromagnetycznego <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibracja monochromatora przy pomocy monochromatycznego źródła promieniowania</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej źródła termicznego (lampa halogenowa, globar) przy pomocy detektora termicznego.</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej źródła nietermicznego (laser, lampa wyładowcza) przy pomocy detektora termicznego lub fotonowego.</li> </ul>	4
L4	Wyznaczenie charakterystyk fotoelektrycznych fototranzystora. <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej czułości</li> <li>• pomiar zależności prądu kolektora od napięcia kolektor-emiter fototranzystora przy różnych długościach fali</li> <li>• pomiar zależności prądu kolektora od napięcia kolektor-emiter fototranzystora przy różnych natężeniach oświetlenia</li> </ul>	4
L5	Wyznaczenie charakterystyk fotoelektrycznych detektora fotoprzewodzącego: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznaczenie rezystancji ciemnej detektora</li> <li>• pomiar czułości widmowej i wydajności kwantowej,</li> <li>• wyznaczenie zależności fotoodpowiedzi od natężenia prądu stałego zasilającego detektor oraz od obciążenia.</li> </ul>	4
L6	Badanie charakterystyki spektralnej źródła nietermicznego (dioda LED i laser półprzewodnikowy) przy pomocy detektora fotonowego <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej fotodiody i diod LED</li> <li>• pomiar charakterystyki spektralnej diod LED przy fotodiody; wyznaczenie przerwy wzbronionej materiału półprzewodnika i szerokości połówkowej</li> <li>• pomiar prądu zwarcia i napięcia rozwarcia fotodiody od natężenia światła emitowanego przez diodę LED</li> <li>• pomiar modulacji lasera półprzewodnikowego</li> </ul>	4
L7	Badanie efektu fotowoltaicznego na złączu p-n. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pomiar oporności różniczkowej ciemnej fotodiody na złączu p-n</li> <li>• Wyznaczenie czułości spektralnej i detekcyjności fotodiody</li> <li>• Pomiar sprawności ogniwa słonecznego.</li> </ul>	4
L8	Zajęcia odróbkowe	4
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.  
N2 E-materiały do wykładu umieszczone w Internecie.  
N3 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.  
N4 Praca własna – przygotowanie do laboratorium i do testu zaliczeniowego, wykonanie sprawozdań  
N5 Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych  
N6 Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K03	Testy i aktywność na wykładzie
F3	PEU_W01, PEU_W02	Test zaliczeniowy
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F3 z uwzględnieniem F 2 Test zaliczeniowy + F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Materiały do wykładu i laboratorium ( wstępy teoretyczne oraz instrukcje robocze) , dostępne poprzez internet : [www.if.pwr.wroc.pl/~popko](http://www.if.pwr.wroc.pl/~popko)  
[2] E. Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC  
[3] J. Piotrowski i in. „Półprzewodnikowe detektory podczerwieni” WNT (1985).  
[4] J. Hennel „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej” WNT Warszawa 1995.  
[5] W. Domtroder „Spektroskopia laserowa“ PWN (1993)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Liczne publikacje nt. detektorów promieniowania, katalogi producentów źródeł promieniowania i detektorów (np. Hamamatsu).  
[2] R.Nowicki, "Pomiary energii promienistej", WNT (1969).  
[3] S.M.Sze „, Physics of Semiconductor Devices” J.Wiley and Sons, NY 1981, dostępna wersja elektroniczna, e-książki, BG P.Wr.

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

**prof. Ewa Popko      [ewa.popko@pwr.edu.pl](mailto:ewa.popko@pwr.edu.pl)**