

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim ...	<i>Wstęp do programowania</i>
Nazwa w języku angielskim ...	<i>Introduction to programing</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...	<i>Inżyniera kwantowa</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma:	I / II stopień* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	...INP001213Wcl....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	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)	X				
Liczba punktów ECTS	4	2	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	2	2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy z zakresu instrukcji i składni wybranego języka programowania
 C2 Opanowanie umiejętności formułowania i analizowania prostych algorytmów
 C3 Opanowanie umiejętności implementacji prostych algorytmów w wybranym języku programowania

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Zna składnie i podstawowe instrukcje strukturalnego języka programowania

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi formułować i analizować proste algorytmy.

PEK_U02 Potrafi zaimplementować proste algorytmy w wybranym języku programowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy (w zakresie języków programowania) i rozumie

potrzebę dalszego kształcenia

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Algorytmy i programy	2h
Wy2	Proste typy danych	2h
Wy3	Rozgałęzienia i iteracje	2h
Wy4	Funkcje	2h
Wy5	Tablice i wskaźniki	2h
Wy6	Złożone typy danych	2h
Wy7	Rekurencja	2h
Wy8	Złożoność czasowa algorytmów	2h
Wy9	Zasada dziel i zwyciężaj	2h
Wy10	Algorytmy porządkowania	2h
Wy11	Przeszukiwanie z nawrotami	2h
Wy12	Poprawność i skończoność algorytmów	2h
Wy13	Złożoność i efektywność algorytmów	2h
Wy14	Kolokwium zaliczeniowe	2h
Wy15	Kolokwium poprawkowe	2h
	Suma godzin	30h

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Algorytmy i sposoby ich przedstawiania	1h
Ćw2	Proste typy danych	2h
Ćw3	Algorytmy iteracyjne	2h
Ćw4	Złożone typy danych	2h
Ćw5	Algorytmy rekurencyjne	2h
Ćw6	Algorytmy porządkowania	2h
Ćw7	Przeszukiwanie z nawrotami	2h
Ćw8	Złożoność i efektywność algorytmów	2h
	Suma godzin	15h

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie z wybranym środowiskiem programistycznym, uruchomienie pierwszych programów.	1h
La2	Podstawowe instrukcje strukturalnego języka programowania.	4h
La3	Proste algorytmy iteracyjne.	5h
La4	Proste algorytmy rekurencyjne.	5h
	Suma godzin	15h

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład multimedialny
N2. Ćwiczenia rachunkowe z rozwiązywaniem zadań.
N3. Zajęcia laboratoryjne z rozwiązywaniem zadań programistycznych.
N4. Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

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_U01, PEK_U02	Ocena rozwiązań zadań programistycznych w trakcie zajęć laboratoryjnych
F2	PEK_W01, PEK_U01, PEK_UK01	Ocena rozwiązań zadań z kolokwium zaliczeniowego
F3	PEK_U01, PEK_U02	Ocena rozwiązań zadań na ćwiczeniach rachunkowych

P= 60%F1 + 20%F2 + 20%F3

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M. M. Sysło, *Algorytmy*, WSiP, 2005
- [2] D. Harel, *Rzecz o istocie algorytmiki*, WSiP, Warszawa, 2001
- [3] G. Perry, D. Miller, *Język C Programowanie dla początkujących*, Helion, Gliwice, 2014.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] B. W. Kernighan, D. M. Ritchie, *Język ANSI C : programowanie*, Helion, Gliwice, 2010.

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

Karol Tarnowski, karol.tarnowski@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
... Wstęp do programowania
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **...Inżynieria kwantowa.....**
 I SPECJALNOŚCI

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W07	C1	La1-La15	N1-N4
PEK_U01	K1INK_U03	C2	La1-La15	N1-N4
PEK_U02	K1INK_U03	C2	La1-La15	N1-N4
PEK_K01	K1INK_K01	C1-C3	La1-La15	N1-N4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ	Podstawowych Problemów Techniki
	KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa w języku polskim	Wybrane działy chemii
Nazwa w języku angielskim	Selected topics of chemistry
Język wykładowy	polski
Kierunek studiów	Inżynieria Kwantowa
Specjalność	
Stopień studiów i forma	I / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	CHP001006W
Grupa kursów	NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Brak

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.
- C3.** Przekazanie podstawowych informacji na temat wykorzystywanych w fotowoltaice materiałów organicznych: polimerów, barwników pigmentowych i ciekłych kryształów.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W1.** Posługuje się terminologią i nomenklaturą chemiczną.
- PEK_W2.** Posiada podstawową wiedzę na temat budowy chemicznej materii ze szczególnym uwzględnieniem budowy ciała stałych (krystalografii, krystalochemii).
- PEK_W3.** Rozumie związek pomiędzy budową materii a jej właściwościami.
- PEK_W4.** Zna klasyfikację związków organicznych w oparciu o grupy funkcyjne.
- PEK_W5.** Zna nomenklaturę związków organicznych.
- PEK_W6.** Zna i potrafi opisać budowę prostych związków organicznych.
- PEK_W7.** Potrafi scharakteryzować podstawowe typy reakcji w chemii organicznej. Wyjaśnia ich mechanizmy. Rozumie relacje między strukturą związków chemicznych a ich właściwościami.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U1.** W oparciu o zdobytą wiedzę, potrafi przewidzieć właściwości fizykochemiczne materiałów na podstawie ich składu chemicznego, rodzaju wiązań chemicznych i struktury krystalicznej.
- PEK_U2.** Rozróżnia i opisuje budowę i właściwości grup związków organicznych. Rozumie prawa i pojęcia związane z chemią organiczną.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K1.** Potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę.
- PEK_K2.** Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Część I: Chemia ogólna:		
W1-2	Elementy budowy materii. Układ okresowy, pierwiastki chemiczne.	4
W3	Wiązania chemiczne w ciałach stałych. Wiązania chemiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe. Natura wiązania chemicznego a właściwości fizykochemiczne ciał stałych.	2
W4	Struktura faz skondensowanych. Monokryształy, polikryształy i materiały wielofazowe.	2
W5	Szybkość reakcji chemicznej, równania kinetyczne, teoria kompleksu aktywnego, energia aktywacji.	2
Część II: Chemia organiczna:		
W6-7	Podstawowe pojęcia w chemii organicznej. Nomenklatura, grupy funkcyjne, teoria strukturalna. Elementy stereochemii.	4

W8-10	Węglowodory i pochodne. Nomenklatura, budowa, właściwości fizykochemiczne, synteza, reakcje charakterystyczne.	6
W11-12	Budowa a reaktywność związków organicznych.	4
W13-14	Podstawy chemii polimerów i struktura polimerów. Podstawowe właściwości polimerów. Fotochemia polimerów.	4
W15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład w formie tradycyjnej z wykorzystaniem technik audiowizualnych.

N2. Dyskusja problemowa

N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Forma zaliczenia

przedmiotu:

Warunki zaliczenia

przedmiotu:

Weryfikacja wiedzy i umiejętności studenta jest przeprowadzana w formie egzaminu pisemnego.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu pisemnego.

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 inż. Marlena Gašior-Głogowska marlena.gasior-glogowska@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Wybrane działy chemii
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA KWANTOWA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W1	K1INK_W04, W06, W13	C1	W1-5	N1-3
PEK_W2	K1INK_W04, W06, W13	C1	W1-5	N1-3
PEK_W3	K1INK_W04, W06, W13	C1	W1-5	N1-3
PEK_W4	K1INK_W04, W06, W13	C2-3	W6-14	N1-3
PEK_W5	K1INK_W04, W06, W13	C2-3	W6-14	N1-3
PEK_W6	K1INK_W04, W06, W13	C2-3	W6-14	N1-3
PEK_W7	K1INK_W04, W06, W13	C2-3	W6-14	N1-3
PEK_U1	K1INK_U01, U06, U012	C1-3	W1-14	N1-3
PEK_U2	K1INK_U01, U06, U012	C2-3	W6-14	N1-3
PEK_K1	K1INK_K01, K05	C1-3	W1-14	N1-3
PEK_K2	K1INK_K01, K05	C1-3	W1-14	N1-3

WYDZIAŁ WPPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	PODSTAWY GRAFIKI INŻYNIERSKIEJ
Nazwa w języku angielskim	BASICS OF ENGINEERING GRAPHICS
Kierunek studiów:	INŻYNIERIA KWANTOWA
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / ogólnouczelniany
Kod przedmiotu	INP001001L
Grupa kursów	nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
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 kontaktu (BK)			1		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza ogólnotechniczna na poziomie maturalnym, w tym umiejętność obsługi komputera. Kurs przeznaczony jest dla studentów I roku.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Osiągnięcie przedmiotowych efektów kształcenia.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu **wiedzy**:

- PEK_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), podstawowych zasad tworzenia rysunku instalacyjnego (strukturalne sieci światłowodowe) - norma: PN/EN-50173.
- PEK_W02 poznanie narzędzia do dwuwymiarowego rysunku inżynierskiego – programu AutoCAD, będącego standardem i minimum w dziedzinie projektowania CAD,
- PEK_W03 poznanie procesu wektoryzacji informacji zawartej w tradycyjnej dokumentacji technicznej, poznanie opisu elementarnej grafiki wektorowej,
- PEK_W04 poznanie procesu przygotowywania dokumentacji technicznej do druku,
- PEK_W05 rozumienie konieczności podjęcia dalszego kształcenia w projektowaniu

komputerowym i konieczności kształcenia ustawicznego.

Z zakresu **umiejętności**:

- PEK_U01 umiejętność efektywnego korzystania z narzędzia do rysunku technicznego – programu AutoCAD w zakresie dwuwymiarowym,
PEK_U02 umiejętność wykonania rysunku technicznego,
PEK_U03 umiejętność wykonania całościowej dokumentacji technicznej w formie elektronicznej,
PEK_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**:

- PEK_K01 udoskonalenie kreatywnego myślenia i skupienia się na rzeczach istotnych,
PEK_K02 dostrzeganie wpływu osiągnięć technologicznych na postęp techniczny (komputerowe wsparcie) i ochronę środowiska (*green computing*)
PEK_K03 rozwinięcie zdolności samooceny przy testowaniu własnej pracy, zwiększenie poczucia konieczności dokończenia się,
PEK_K04 utrwalanie odpowiedzialnego postępowania i należytej sumienności w procesie zdobywania umiejętności czerpania zadowolenia z wykonanych obowiązków, zadań lub przedsięwzięć,
PEK_K05 rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności, rozwinięcie skutecznej efektywności radzenia sobie z popełnionymi błędami,
PEK_K06 podniesienie konkurencyjności naszych absolwentów na rynku pracy.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do AutoCADa. Palety narzędziowe. Profil użytkownika. Formaty arkusza w przestrzeni papieru. Tworzeni. szablonu rysunku.	2
La2	Korzystanie z szablonu. Położenie widoków wg normy europejskiej. Krawędzie widoczne w różnych widokach. Liczba potrzebnych widoków do pokazania wszystkich krawędzi widocznych. Różne przykłady wspólnie rysowane i ich omówienie. Elementy wiedzy teoretycznej.	2
La3	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La4	Definiowanie linii nieciągłych w AutoCADzie dla oznaczenia krawędzi niewidocznych i linii środkowych. Przypisanie linii nieciągłych do warstw rysunkowych. Wspólne rysowanie przykładów z krawędziami niewidocznymi i liniami środkowymi. Omówienie przykładów. Elementy wiedzy teoretycznej.	2
La5	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La6	Kreskowanie przekrojów i kładów w rysunku technicznym. Wspólne rysowanie wielu przekrojów jednego przedmiotu w celu ukazania budowy wewnętrznej. Omówienie narysowanych przykładów.	2

	Elementy wiedzy teoretycznej.	
La7	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La8	Wymiarowanie w rysunku wykonawczym wg normy ISO-129. Wspólne rysowanie przykładów z wymiarowaniem. Omówienie narysowanych przykładów. Elementy wiedzy teoretycznej.	2
La9	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La10	Rysunek złożeniowy prostego urządzenia (z połączeniami rozłącznymi). Zasady oznaczania i numerowania części składowych. Zasady kreskowania części składowych. Wspólne rysowanie przykładu i omówienie go. Elementy wiedzy teoretycznej.	2
La11	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La12	Rysunek instalacyjny sieci światłowodowej w budynku. Zasady tworzenia projektu sieci. Wektoryzacja informacji zawartej w bitmapie lub w pdf-ie. Wspólne rysowanie przykładowej sieci na kondygnacji budynku A-1. Omówienie przykładu. Elementy wiedzy teoretycznej.	2
La13	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium.	2
La14	Całościowe końcowe zadanie projektowe: narysowanie widoków wylosowanych przedmiotów (w tym brakującego widoku na podstawie dwóch), narysowanie zadanych przekrojów, narysowanie krawędzi niewidocznych i osi symetrii, zwymiarowanie rysunku zgodnie z europejską normą, przygotowanie projektu do druku (rzutnie w przestrzeni papieru) lub do prezentacji.	2
La15	Laboratorium poprawkowe.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Multimedialne prezentacje z przykładami rysunków technicznych na stronie www
N2. Prezentacje trudniejszych etapów użytkowania programu AutoCAD na stronie www.
N3. Tworzenie projektów w AutoCADzie na laboratorium (wspólne ćwiczenia).
N4. e-materiały do zajęć na stronie www (krok po kroku).
N5. Wspólnie na laboratorium uczącym omawianie wykonywanych etapów rysunku.
N6. Zadania projektowe do samodzielnego wykonania na laboratorium po zajęciach uczących.
N7. Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
N8. Praca własna studenta.

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_U01 – PEK_U04, PEK_K01 –	Ocena punktowa z zadań laboratoryjnych częściowych.

	PEK_K06	
F2	PEK_U01 – PEK_U04, PEK_K01 – PEK_K06	Ocena punktowa z całościowego zadania projektowego.
P	Suma wszystkich uzyskanych punktów.	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Tadeusz Dobrzański „Rysunek techniczny maszynowy” WNT, wydanie 24.
- [2] Jan Burcan „Podstawy rysunku technicznego”, WNT 2009.
- [3] A.Pikoń „AutoCAD” Helion 2016.
- [4] A.Pikoń „Ćwiczenia w AutoCADzie” Helion 2015.
- [5] B.Radojewska „e-materiały do grafiki inżynierskiej”, 2016.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Dokumentacja techniczna zainstalowanego oprogramowania
- [2] Materiały nt. AutoCADa w Internecie.

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

E.Beata Radojewska

beata.radojewska@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
PODSTAWY GRAFIKI INŻYNIERSKIEJ
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **INŻYNIERIA KWANTOWA**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(wiedza) PEK_W01	K1INK_W08	C1	La1 – La14	N1 - N8
PEK_W02	K1INK_W07	C1	La1 – La14	N2, N3, N4, N5, N6
PEK_W03	K1INK_W07	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6
PEK_W04	K1INK_W08	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6
PEK_W05	K1INK_K01, K1INK_K05	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6
(umiejętności) PEK_U01	K1INK_U09, K1INK_U10	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N7, N8
PEK_U02	K1INK_U07, K1INK_U09, K1INK_U10, K1INK_U13	C1	La1 – La14	N1, N4, N5, N6, N7, N8
PEK_U03	K1INK_U07, K1INK_U09, K1INK_U10, K1INK_U13	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N7, N8
PEK_U04	K1INK_U06, K1INK_U09, K1INK_U12	C1	La1 – La14	N1, N4, N5, N6, N7, N8
(kompetencje) PEK_K01	K1INK_K07	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K02	K1INK_K06	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K03, K1INK_U06, K1INK_U09	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K04	K1INK_K04	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K05	K1INK_K01, K1INK_K03	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K06	–	C1	La1 – La14	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim Fizyka 1	
Nazwa w języku angielskim Physics 1	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma: I / H-stopień* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu	FZP001051WiC
Grupa kursów	FAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza podstawowa z matematyki z zakresu materiału szkoły średniej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie mechaniki klasycznej oraz elementów mechaniki relatywistycznej
- C2 Zdobycie umiejętności rozwiązywania typowych zadań z mechaniki klasycznej oraz mechaniki relatywistycznej
- C3 Nabycie i utrwalanie kompetencji społecznych, takich jak: odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów panujących w środowisku akademickim i społeczeństwie

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 rozumie znaczenie fizyki dla postępu nauk przyrodniczych i technicznych, dla poznania świata oraz dla rozwoju cywilizacyjnego
- PEK_W02 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących fizyki

klasycznej (mechaniki klasycznej) oraz podstaw szczególnej teorii względności

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym z zakresu matematyki elementarnej i wyższej w rozwiązaniu problemów fizycznych dotyczących mechaniki klasycznej oraz szczególnej teorii względności; potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe, potrafi uczyć się samodzielnie w oparciu o dostępne materiały dydaktyczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę i konieczność ciągłego doksztalcania się, w tym samokształcenia, pracy w grupie; rozumie potrzebę

przekazywania społeczeństwu informacji dotyczących osiągnięć fizyki

PEK_K02 rozumie wpływ rozwoju fizyki na środowisko naturalne i społeczeństwo;

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Fizyka klasyczna vs fizyka współczesna: ograniczenia fizyki klasycznej; paradoks nocnego nieba i ekspansja wszechświata; geneza mechaniki kwantowej	4
Wy2	Absolutna przestrzeń i absolutny czas: zasady dynamiki Newtona i zasada względności Galileusza	4
Wy3	Druza zasada dynamiki Newtona: równanie ruchu w 1D oraz 2D, całkowanie równania ruchu – przykłady (stała siła, siła oporu ośrodka)	4
Wy4	Oscylator harmoniczny, tłumiony, wymuszony - rezonans	4
Wy5	Ruch ciała w polu siły: praca jako całka krzywoliniowa - przykłady; siła zachowawcza (gradient, dywergencja i rotacja – pojęcia matematyczne)	4
Wy6	Zasada zachowania energii: zmiana energii kinetycznej jako efekt wykonania pracy; zachowanie energii mechanicznej; zachowanie energii w układach izolowanych	4
Wy7	Zasada zachowania pędu oraz momentu pędu	2
Wy8	Oddziaływania grawitacyjne: grawitacyjne przyciąganie mas punktowych, zasada superpozycji, zachowawczy charakter pola grawitacyjnego	2
Wy9	Centralne pole grawitacyjne: równanie ruchu i zasady zachowania; ruch w centralnym polu grawitacyjnym; słabe oraz silne pola grawitacyjne – czarne dziury i gwiazdy neutronowe	4
Wy10	Prędkość światła w próżni - zasada względności Einsteina; transformacje Galileusza oraz transformacje Lorentza (wyprowadzenie)	3

Wy11	Efekty Szczególnej Teorii Względności (STR): dylatacja czasu, skrócenie długości składanie prędkości	3
Wy12	Czasoprzestrzeń: interwał; niezmienniczość interwału	2
Wy13	Czterowektory czasowo- i przestrzenno-podobne; stożek świetlny; uniwersalne wielkości i następstwo zdarzeń	5
	Suma godzin	45

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rekreacje matematyczne: współrzędne kartezjańskie oraz inne układy współrzędnych (biegunowe, cylindryczne, sferyczne) iloczyn skalarny oraz wektorowy – zastosowania w zadaniach	6
Ćw2	Rozwiązywanie zadań na zastosowanie II zasady dynamiki (W3)	8
Ćw3	Rozwiązywanie zagadnień z zakresu ruchu drgającego (W4)	4
Ćw4	Rozwiązywanie zadań dotyczących zasady zachowania energii (W5-6)	6
Ćw5	Rozwiązywanie zadań na zastosowanie zasad zachowania pędu i momentu pędu (W7)	4
Ćw6	Rozwiązywanie zadań z zakresu oddziaływań grawitacyjnych oraz ruchu w polu grawitacyjnym (W8 -9)	6
Ćw7	Rozwiązywanie zadań na zastosowanie transformacji Lorentza – ilustracja skrócenia długości, dylatacji czasu, składania prędkości	8
Ćw8	Rozwiązywanie zadań ilustrujących zastosowanie czterowektorów oraz wielkości niezmienniczych (iloczyn skalarny)	3
	Suma godzin	45

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

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_U02,	Odpowiedzi ustne, dyskusje, kolokwia częściowe z ćwiczeń
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_K01, PEK_K02.	Egzamin pisemny (wykład), zaliczenie pisemne ćwiczeń
P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Radosz, *Cząstki i pola*, Oficyna Wydawnicza PWr, 1992
- [2] R.P. Feynman, *Feynmana wykłady z fizyki*. T.1, 2, PWN, 1971
- [3] H.D. Young, R.A. Freedman, *University Physics*, Addison-Wesley, 2000

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Orear, *Fizyka t.1,2*, WNT, 1993

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

prof. dr hab. Andrzej Radosz, Andrzej.Radosz@pwr.edu.pl
prof. Paweł Gusin, Pawel.Gusin@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Fizyka 1
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa WPPT

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W01	C3	Wy1	N1, N3, N4
PEK_W02	K1INK_W01	C1	Wy1-Wy13	N1, N3, N4
PEK_U01	K1INK_U01	C1, C2	Ćw1-Ćw8	N1-N5
PEK_K01	K1INK_K01	C1, C2	Wy1-Wy13 Ćw1-Ćw8	N1,N4
PEK_K02	K1INK_K04, K1INK_K06	C3	Wy1	N1,N4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: **Analiza matematyczna F1**
Nazwa w języku angielskim: **Calculus F1**
Kierunek studiów: **Inżynieria kwantowa**
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: MAP001244WC
Grupa kursów: TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	60			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3	2			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

brak

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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawy rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej z zastosowaniem do rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych

PEK_W02 ma podstawową wiedzę z zakresu całki nieoznaczonej i oznaczonej

PEK_W03 ma podstawową wiedzę z teorii szeregów liczbowych i potęgowych, zna kryteria zbieżności.

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi obliczać granice ciągów i funkcji, wyznaczać asymptoty funkcji, stosować twierdzenie de L'Hospitala

PEK_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

PEK_U03 potrafi wyznaczyć całki nieoznaczone prostych funkcji elementarnych i funkcji wymiernych

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEK_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
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 odwrotne	2
W7	Twierdzenia Rolle'a, Lagrange'a, Cauchy.	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: podstawowe własności. Iloczyn Cauchy'ego	3
W17	Szeregi potęgowe. Twierdzenie Abela	2
Suma godzin		45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
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
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykład – metoda tradycyjna 2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

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 - Ćw	PEK_U01-PEK_U04 PEK_K01-PEK_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P - Wy	PEK_W01-PEK_W03, PEK_K02	Egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

literatura PODSTAWOWA:

- [1] F. Leja, Rachunek Różniczkowy i Całkowy, PWN, 2012
- [2] W. Krywicki, 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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof dr hab. Jacek Cichoń, jacek.cichon@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Analiza matematyczna F1** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria kwantowa**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01	K1INK_W02	C1,C2	W1-W9	1,3,4
PEK_W02	K1INK_W02	C3	W10-W15	1,3,4
PEK_W03	K1INK_W02	C4	W16-17	1,3,4
PEK_U01	K1INK_U01	C1	Ćw1, Ćw3	2,3,4
PEK_U02	K1INK_U01	C2	Ćw2-Ćw4	2,3,4
PEK_U03	K1INK_U01	C3,C4	Ćw6-Ćw8	2,3,4
PEK_K01	K1INK_K01,K1INK_K07	C1-C4	W1-W14 Ćw1-Ćw9	1-4
PEK_K02	K1INK_K01,K1INK_K01	C1-C4	W1-W14 Ćw1-Ćw9	1-4

** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim Algebra 1	
Nazwa w języku angielskim Algebra 1	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAP001140W i MAP001140C
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	90			
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna własności liczb zespolonych, wielomianów i funkcji wymiernych, zna podstawowe twierdzenie algebry

PEK_W02 ma podstawową wiedzę z algebry liniowej, zna metody macierzowe rozwiązywania układów równań liniowych

PEK_W03 ma podstawową wiedzę z geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni, zna równania płaszczyzny i prostej oraz krzywych stożkowych

PEK_W04 ma podstawową wiedzę o przestrzeniach liniowych R^n

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi wykonywać obliczenia z wykorzystaniem różnych postaci liczb zespolonych, potrafi rozkładać wielomian na czynniki a funkcję wymierną na ułamki proste

PEK_U02 potrafi stosować rachunek macierzowy, obliczać wyznaczniki i rozwiązywać układy równań liniowych metodami algebry liniowej

PEK_U03 potrafi wyznaczać równania płaszczyzn i prostych w przestrzeni i stosować rachunek wektorowy w konstrukcjach geometrycznych

PEK_U04 potrafi badać niezależność wektorów oraz znajdować bazę podprzestrzeni liniowych R^n .

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEK_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. Wektory na płaszczyźnie i w 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.	2
Wy9	Płaszczyzna. Równanie ogólne i parametryczne. Wektor normalny płaszczyzny. Kąt	2

	między płaszczyznami. Równania prostej na płaszczyźnie i w przestrzeni (w postaci normalnej, kierunkowej, parametrycznej). Warunki równoległości i prostopadłości prostych. Odległość punktu od prostej.	
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 jednorodne i niejednorodne. Przestrzeń rozwiązań układu jednorodnego.	6
	Suma godzin	30

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	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

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 - Ćw	PEK_U01-PEK_U04 PEK_K01-PEK_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2 - Wy	PEK_W01-PEK_W04 PEK_K02	Egzamin
$P = \max(F2, (2F2+F1)/3)$ jeśli		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] T. Huskowski, H. Korczowski, H. Matuszczyk, Algebra liniowa, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980.
- [2] P. Kajetanowicz, J. Wierzejewski Algebra z geometrią analityczną, 2008, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra i geometria analityczna. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2009.
- [4] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra i geometria analityczna. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2009.
- [5] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.
- [6] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005
- [7] J. Klukowski, I. Nabiałek, Algebra dla studentów, WNT, Warszawa 2005.
- [8] W. Stankiewicz, Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych, Cz. A, PWN, Warszawa 2003.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] G. Banaszak, W. Gajda, Elementy algebry liniowej, część I, WNT, Warszawa 2002
- [2] B. Gleichgewicht, Algebra, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2004.
- [3] E. Kącki, D. Sadowska, L. Siewierski, Geometria analityczna w zadaniach, PWN, Warszawa 1993.
- [4] F. Leja, Geometria analityczna, PWN, Warszawa 1972.
- [5] A. Mostowski, M. Stark, Elementy algebry wyższej, PWN, Warszawa 1963.

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

dr hab. inż. Robert Rałowski (I-18), Robert.Ralowski@pwr.wroc.pl

** - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: WSTĘP DO RACHUNKU PRAWDOPODOBIEŃSTWA
Nazwa w języku angielskim: INTRODUCTION TO PROBABILITY THEORY
Kierunek studiów: Inżynieria kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: MAP001230
Grupa kursów TAK

	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	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)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	1			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Zna podstawowe pojęcia rachunku różniczkowego i całkowego 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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawowe modele probabilistyczne
 PEK_W02 zna pojęcie zmiennych losowych
 PEK_W03 zna najważniejsze rozkłady prawdopodobieństwa
 PEK_W04 zna prawa Wielkich Liczb i Centralne Twierdzenie Graniczne

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi obliczać prawdopodobieństwa w modelu klasycznym i geometrycznym
 PEK_U02 potrafi obliczać prawdopodobieństwa warunkowe
 PEK_U03 umie korzystać z nierówności do szacowania prawdopodobieństw
 PEK_U04 potrafi sprawdzić, czy dane zdarzenia lub zmienne losowe są niezależne
 PEK_U05 potrafi obliczać rozkłady sum zmiennych losowych o danym rozkładzie łącznym
 PEK_U06 potrafi szacować prawdopodobieństwa zdarzeń dotyczących sum niezależnych zmiennych losowych za pomocą Centralnego Twierdzenia Granicznego

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_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	Zmienne o rozkładzie ciągłym. Gęstość zmiennej. Dystrybuanta.	2
Wy5	Podstawowe rozkłady ciągłe (jednostajny, normalny, wykładniczy)	2
Wy6	Nierówności Markowa, Czebyszewa, Chernoffa. Koncentracja zmiennych losowych.	2
Wy7	Prawa wielkich liczb i centralne twierdzenie graniczne.	2
Wy8	Pojęcie ogólnej przestrzeni probabilistycznej.	1
Suma godzin		15

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
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna z wykorzystaniem technik multimedialnych
2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

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

podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEK_U01 - PEK_U06 PEK_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEK_W01 - PEK_W04 PEK_U01 - PEK_U06, PEK_K01,PEK_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)

Prof. dr hab. Jacek Cichoń, prof. PWr. (jacek.cichon@pwr.edu.pl)
 Dr hab. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: **TECHNIKI PROGRAMOWANIA**
Nazwa w języku angielskim: **PROGRAMMING METHODS**
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **INŻYNIERIA KWANTOWA**
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: **I stopień**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny/ogólnouczelniany**
Kod przedmiotu **INP001002W1**
Grupa kursów **TAK**

	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	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 (BK)	1		1		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Zalecana jest podstawowa umiejętność programowania w dowolnym języku proceduralnym

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy z zakresu programowania obiektowego.
- C2 Opanowanie umiejętności programowania obiektowego.
- C3 Nauka umiejętności pracy w grupie.
- C4 Zapoznanie z wybranym systemem kontroli wersji.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

- PEK_W01 Zna składnię i podstawowe instrukcje obiektowego języka programowania
- PEK_W02 Zna i rozumie pojęcia klasy i obiektu, zna i rozumie koncepcje: abstrakcji funkcyjnej oraz mechanizmu dziedziczenia
- PEK_W03 Zna podstawowe możliwości tworzenia aplikacji okienkowych

Z zakresu umiejętności student:	
PEK_U01	Potrafi implementować programy z wykorzystaniem obiektów
PEK_U02	Potrafi wykorzystać system kontroli wersji
Z zakresu kompetencji społecznych student:	
PEK_K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia
PEK_K02	Potrafi pracować w grupie
PEK_K03	Potrafi określić priorytety w realizacji zadania, oraz kolejność i terminy realizacji jego etapów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do programowania obiektowego w języku C++.	2
Wy2	Tablice wielowymiarowe	1
Wy3	Zarządzanie pamięcią.	2
Wy4	Abstrakcja funkcyjna.	1
Wy5	Obiekt i klasa.	2
Wy6	Dziedziczenie.	1
Wy7	Standardowa biblioteka szablonów.	2
Wy8	Tworzenie szablonów.	1
Wy9	Wyjątki i obsługa błędów.	1
Wy10	Podstawy tworzenia aplikacji graficznych	2
	Suma godzin	15

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
L1	Proste zadania programistyczne w języku C++	2
L2	Realizacja zadań programistycznych ilustrujących materiał wykładu Wy3.	6
L3	Realizacja zadań programistycznych ilustrujących materiał wykładów Wy4, Wy5.	6
L4	Realizacja zadań programistycznych ilustrujących materiał wykładów Wy5, Wy6, Wy7, Wy8.	8
L5	Realizacja zespołowego projektu programistycznego ilustrującego materiał wykładów Wy9, Wy10.	8
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład multimedialny
N2. Zajęcia laboratoryjne z rozwiązywaniem zadań programistycznych.
N3. Projekt zespołowy z wykorzystaniem systemów kontroli wersji.
N4. Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

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_U01, PEK_U02, PEK_K01	Ocena rozwiązań zadań programistycznych w trakcie zajęć laboratoryjnych
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Ocena rozwiązań zadań programistycznych w trakcie zajęć laboratoryjnych
F3	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Ocena rozwiązań zadań programistycznych w trakcie zajęć laboratoryjnych
F4	PEK_W01, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Ocena rozwiązań zadań programistycznych w trakcie zajęć laboratoryjnych
P= 25%F1 + 25%F2 + 25%F3+ 25%F4		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1] A. Allain, Przewodnik dla początkujących C++, Helion 2014	
[2] S. Prata, Szkoła programowania C++S. Prata, Helion 2015	
OPIEKUN PRZEDMIOTU	
dr hab. inż. Marta Gładysiewicz-Kudrawiec, marta.gladysiewicz@pwr.edu.pl	

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Techniki Programowania
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU
Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K1INK_W07	C1	Wy1, Wy3- Wy9, L1-L5	N1, N2, N4
PEK_W02	K1INK_W07	C1	Wy4-Wy6, L3, L4	N1, N2, N4
PEK_W03	K1INK_W07	C1	Wy7, Wy10, L4, L5	N1, N2, N4
PEK_U01	K1INK_U03	C2	Wy1, Wy5- Wy10, L1, L3- L	N1, N2, N3, N4
PEK_U02	K1INK_U03	C4	Wy2	N1, N2, N3, N4
PEK_K01	K1INK_K01	C1	Wy1-Wy10 L1-L5	N1, N2, N3, N4
PEK_K02	K1INK_K02	C3	L5	N1, N2, N3, N4

PEK_K03	K1INK_K03	C3	L5	N1, N2, N3, N4
----------------	-----------	----	----	----------------

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim** Mechanika klasyczna i relatywistyczna.**Nazwa w języku angielskim** Classical and relativistic mechanics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** ...Fizyka.**Specjalność (jeśli dotyczy):** Fizyka**Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu** FZP001080WC**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*	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	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2	0,5			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Posiadanie podstawowej wiedzy z mechaniki ogólnej, rachunku różniczkowego i całkowitego funkcji wielu zmiennych, algebry liniowej.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Nabycie umiejętności analizy dynamiki prostych układów w oparciu o fundamentalne przesłanki

C2. Zapoznanie z formalizmem kanonicznym

C3. Zbudowanie podstaw fizyki relatywistycznej

C4. Uświadomienie roli symetrii i geometrii w fizyce
 Zastosowanie w przykładach i zadaniach wiedzy w zakresie
 analizy dynamiki prostych układów; formalizmu kanonicznego; fizyki relatywistycznej;
 roli symetrii i geometrii w fizyce

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna sformułowanie mechaniki poprzez funkcjonal działania.

PEK_W02 zna związek praw zachowania z symetriami przestrzeni.

PEK_W03 zna formalizm kanoniczny i jego zastosowanie do fizyki statystycznej i kwantowania układów.

PEK_W04 zna podstawy fizyki relatywistycznej.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi przeanalizować dynamikę układów mechanicznych.

PEK_U02 potrafi określić symetrie układu i rozwiązać równania ruchu przy pomocy całek ruchu indukowanymi tymi symetriami.

PEK_U03 potrafi przeanalizować dynamikę układu w formalizmie kanonicznym również w sformułowaniu algebraicznym (nawiasami Poissona).

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 posiada umiejętność wyznajdowania potrzebnych informacji w tym w językach obcych

PEK_K02 posiada wiedzę do samodzielnego jej pogłębiania i stosowania.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rachunek wariacyjny, równania Lagrange'a..	2
Wy2	Zasada najmniejszego działania.	2
Wy3	Symetrie przestrzeni a prawa zachowania. Twierdzenie Noether.	2
Wy4	Całki ruchu.	2
Wy5	Zagadnienie dwóch ciał.	2
Wy6	Teoria rozpraszania.	2
Wy7	Małe drgania. Współrzędne normalne.	2
Wy8	Formalizm kanoniczny. Równania Hamiltona. Nawiasy Poissona. Przekształcenia kanoniczne.	2
Wy 9	Dynamika bryły sztywnej. Równania Eulera.	2

Wy10	Zasada względności Galileusza i zasada względności Einsteina: czasoprzestrzeń	
Wy11	Wektory i tensory; geometria czasoprzestrzeni. Kinematyka relatywistyczna.	2
Wy12	Interwał oraz inne wielkości niezmiennicze. Działanie w fizyce relatywistycznej	2
Wy13	Geodezyjne oraz geodezyjne zerowe	2
Wy14	Pole grawitacyjne: czasoprzestrzeń Schwarzschilda	2
Wy15	Prawa zachowania w czasoprzestrzeni Schwarzschilda	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Równanie ruchu w wybranych zagadnieniach: w stałym polu elektrycznym i magnetycznym – zastosowania w zadaniach Wybrane właściwości bryły sztywnej - środek masy, moment bezwładności w prostych przypadkach	4
Ćw2	Wyznaczanie funkcji Lagrange'a; zapisywanie i rozwiązywanie równań E-L dla różnych układów	4
Ćw3	Symetrie przestrzeni a prawa zachowania - zadania	2
Ćw4	Rozwiązywanie zadań dotyczących ruchu w polu siły centralnej	4
Ćw5	Rozwiązywanie zadań z zakresu dynamiki bryły sztywnej; rozwiązanie równań Eulera	4
Ćw6	Rozwiązywanie zagadnień z kinematyki relatywistycznej	4
Ćw7	Wielkości kowariantne i wielkości niezmiennicze w STR oraz GTR - zadania	4
Ćw8	Rozwiązywanie równania ruchu w czasoprzestrzeni Schwarzschilda – geodezyjne; sfera fotonowa	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład metodą tradycyjną. N2. Konsultacje N3. Praca własna-- przygotowanie do ćwiczeń, rozwiązywanie reprezentatywnych problemów na piśmie. N4. Nieformalne, merytoryczne dyskusje ze studentami podczas konsultacji N5. Ćwiczenia rachunkowe- rozwiązywanie problemów przygotowanych indywidualnie; krótkie sprawdziany

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
------------------------------	--------------------------	---

(w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEK_U01-03	Odpowiedzi ustne
F2	PEK_U01-03, PEK_K01	Pisemne prace domowe
F3	PEK_U01-03	Sprawdziany
P	PEK_W01-04, PEK_K02	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] G. Białkowski 'Mechanika klasyczna', PWN 1975.
- [2] H. Goldstein 'Classical mechanics', Addison Wesley 2002.
- [3] J. Polonyi "The Classical Field Theory", Wrocław 2011
- [4] A. Radosz, Ł. Radościński, "Introduction to Relativity and Cosmology" Wrocław 2011

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] L. D. Landau, J.M. Lifszyc 'Mechanika' PWN 2006.
- [2] H. Iro 'A modern approach to classical mechanics', World Scientific 2002.
- [3] O. Johnes 'Analytical mechanics for relativity and quantum mechanics', Oxford University Press 2005.

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

Andrzej Radosz, Andrzej.Radosz@pwr.edu.pl; Paweł Gusin, Pawel.Gusin@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Mechanika klasyczna i Relatywistyczna** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa WPPT

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W01	C3	Wy1	N1, N3, N4
PEK_W02	K1INK_W01	C1	Wy1-Wy15	N1, N3, N4
PEK_U01	K1INK_U01	C1, C2	Ćw1-Ćw8	N1-N5
PEK_K01	K1INK_K01	C1, C2	Wy1-Wy15 Ćw1-Ćw8	N1, N4
PEK_K02	K1INK_K04, K1INK_K06	C3	Wy1	N1, N4

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW FIZYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Laboratorium Fizyki Ogólnej 1.....
Nazwa w języku angielskim	Laboratory of General Physics 1.....
Kierunek studiów:	Inżynieria Kwantowa.....
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	FZP001203L.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			120		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			3		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Zaliczony kurs Fizyka 1
2. Zaliczony kurs Matematyka 1

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie umiejętności przeprowadzenia prostych pomiarów fizycznych
- C2 Nabycie umiejętności zapisania wyników pomiarowych w postaci raportu
- C3 Opanowanie szacowania niepewności uzyskanych rezultatów
- C4 Opanowanie umiejętności analizy wyników pomiaru i ich prezentacji w formie sprawozdania
- C5 Nabycie umiejętności pracy w zespole.
- C6 Zrozumienie potrzeby samokształcenia.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – zna metody pomiarów podstawowych wielkości fizycznych

PEK_W02 – zna przepisy BHP obowiązujące w laboratoriach pomiarów wielkości fizycznych

PEK_W03 – zna metody opracowania wyników oraz liczenia niepewności pomiarowych wielkości prostych i złożonych

PEK_W04 – rozumie zasadę działania układów pomiarowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umie posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi (do pomiaru długości, wielkości elektrycznych, optycznych)

PEK_U02 – potrafi wykonać pomiary podstawowych wielkości fizycznych z wykorzystaniem instrukcji stanowiska pomiarowego

PEK_U03 – potrafi opracować wyniki pomiarów oraz przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi inżynierskich

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 – utrwała umiejętności pracy zespołowej

PEK_K02 – rozumie konieczność samokształcenia

PEK_K03 – utrwała umiejętności rzetelnego i odpowiedzialnego wykonywania zadań

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne, krótkie szkolenie BHP, szkolenie z zakresu obsługi prostych przyrządów pomiarowych, pomiary prostych wielkości fizycznych, omówienie opracowania wyników pomiarów	3
La2	Pomiary parametrów prostego układu elektrycznego oraz statystyczne i graficzne opracowanie tych wyników	3
La3 - La7, La9 - La13	Wykonanie w grupach 2 osobowych dziesięciu ćwiczeń z różnych działów fizyki ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień z elektromagnetyzmu. Statystyczne i graficzne opracowanie wyników pomiarów oraz przygotowanie raportów. Spis ćwiczeń laboratoryjnych w załączeniu.	10x3
La8	Weryfikacja umiejętności analizy wyników i wykonywanych sprawozdań	3
La14 La15	Zajęcia uzupełniające i zaliczenia	6
	Suma godzin	45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 – e-materiały do laboratorium umieszczone w Internecie.

N2 – Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych

N3 – Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

N4 – Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.

N5 – Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń

N6 – Praca własna – opracowanie wyników pomiarowych w formie 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
F1	PEK_W01, PEK_W03, PEK_W04, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K02, PEK_K03,	Odpowiedź ustna, kartkówka
F2	PEK_W01, PEK_W03, PEK_W04, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03,	Ocena sprawozdania z laboratorium
P1 - średnia z uzyskanych ocen F1 i F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Materiały do laboratorium (wstępy teoretyczne oraz instrukcje robocze) , dostępne poprzez internet : lpf.wppt.pwr.edu.pl

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.

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

dr inż. Zbigniew, Gumienny@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
.....Laboratorium Fizyczne 1.....
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ...Inżynieria Kwantowa...

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W01	C1	La1-La15	N1 – N6
PEK_W02	K1INK_W01, K1INK_W08, K1INK_W11,	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_W03	K1INK_W01, K1INK_W08, K1INK_W11,	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_W04	K1INK_W01, K1INK_W08, K1INK_W11,	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U02	C1	La1-La15	N1 – N6
PEK_U02	K1INK_U02, K1INK_U08, K1INK_U11	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_U03	K1INK_U02, K1INK_U08, K1INK_U11	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01	C3	La1-La15	N1 – N6
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	La1-La15	N1 – N6
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	La1-La15	N1 – N6

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTUNazwa w języku polskim **Fizyka 2**Nazwa w języku angielskim **Physics 2**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **inżynieria kwantowa**

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: **I / H-stopień***, stacjonarna / **niestacjonarna***Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany ***Kod przedmiotu **FZP001081W**Grupa kursów **TAK / NIE***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	120			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3	2			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu kursu Fizyka I
2. Opanowanie kursu analizy i algebry matematycznej (I semestru studiów)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu fizyki relatywistycznej, elektryczności i magnetyzmu oraz (wprowadzenia do) mechaniki kwantowej
- C2 Zdobycie umiejętności rozwiązywania typowych zadań rachunkowych z fizyki relatywistycznej, elektryczności i magnetyzmu oraz (wprowadzenia do) mechaniki kwantowej
- C3 Utrwalanie kompetencji społecznych, takich jak: odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów panujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 rozumie znaczenie fizyki dla postępu nauk przyrodniczych i technicznych, dla poznania świata oraz dla rozwoju cywilizacyjnego

PEK_W02 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących

podstaw szczególnej teorii względności, elektryczności i magnetyzmu, podstaw mechaniki kwantowej pozwalającą na rozumienie podstawowych zjawisk;

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym z zakresu matematyki elementarnej i wyższej w rozwiązaniu problemów fizycznych dotyczących podstaw szczególnej teorii względności, elektryczności i magnetyzmu, podstaw mechaniki kwantowej;
potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe, potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę i konieczność ciągłego doksztalcania się, w tym samokształcenia, pracy w grupie; rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji dotyczących osiągnięć fizyki; potrafi przekazać takie informacje; rozumie potrzebę popularyzacji fizyki
PEK_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	Diagram czasowo-przestrzenny; skrócenie długości, dylatacja czasu, paradoks bliźniąt – na diagramie	4
Wy2	Transformacje czterowektorów – czterowektor pędu fotonu	2
Wy3	Elektrostatyka: ładunki elektryczne, prawo Coulomba, zasada superpozycji, zachowawczy charakter pola elektrostatycznego, potencjał i natężenie pola elektrycznego, strumień pola elektrycznego, prawo Gaussa – I para równań Maxwella (lokalna i globalna postać)	4
Wy4	Magnetostatyka: pole magnetyczne, prąd elektryczny, prawo zachowania ładunku elektrycznego; prawo Biot-Savarta - pole magnetyczne prądu stałego; prawo Ampere’a – II para równań Maxwella (różniczkowa i całkowa postać)	3
Wy5	Pole elektryczne w różnych układach – zastosowanie prawa Gaussa	2
Wy6	Pola magnetyczne przewodnika z prądem - przykłady	2
Wy7	Indukcja elektromagnetyczna - prawo Faraday’a; Równania Maxwella (różniczkowa i całkowa postać)	2
Wy8	Rozwiązania równań Maxwella w próżni – propagacja zaburzenia w próżni z prędkością c	2
Wy9	Rozwiązania równań Maxwella w próżni – propagacja (poprzecznej) fali elektromagnetycznej płaskiej	3
Wy10	Zasada zachowania energii w układzie pole elektromagnetyczne – ładunki elektryczne, wektor Poyntinga. Globalny i lokalny charakter prawa zachowania energii	4
Wy11	Interferencja fal elektromagnetycznych – „foton interferuje sam ze sobą”	2
Wy12	Siatka dyfrakcyjna. Zasada Huyghensa	2
Wy13	Widmo atomu wodoru, promieniowanie ciała doskonale czarnego, efekt fotoelektryczny	2
Wy14	Hipoteza Plancka – fotony jako cząstki bezmasowe; dualizm korpuskularno falowy promieniowania; model Bohra	2
Wy15	Hipoteza de Broglie’a, doświadczenie Davissona – Germera – dualizm	2

	korpuskularno falowy materii	
Wy16	Funkcja falowa – interpretacja; równanie Schrödingera; stacjonarne równanie Schrödingera; układy kwantowo-mechaniczne	2
Wy17	Aksjomaty mechaniki kwantowej – interpretacja	3
Wy18	Superpozycja kwantowo-mechaniczna – „foton interferuje sam ze sobą”	2
	Suma godzin	45

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie przykładów na zastosowanie diagramu czasowo-przestrzennego (W1-2)	4
Ćw2	Rozwiązywanie zadań z elektrostatyki (W3)	8
Ćw3	Rozwiązywanie zadań z magnetostatyki (W4)	4
Ćw4	Ruch ładunku w polu elektrycznym i magnetycznym (W5-6)	6
Ćw5	Zastosowania prawa Faraday’a (W7)	3
Ćw6	Rozwiązywanie zagadnień z zakresu fal elektromagnetycznych: propagacja energii (W8 - 9)	4
Ćw8	Ilustracja zasad zachowania w elektrodynamice (W10)	3
Ćw9	Efekt fotoelektryczny, Model Bohra, doświadczenie Davissona – Germera – zagadnienia rachunkowe (W13 – 15)	6
Ćw10	Cząstka w studni nieskończonej – rozwiązanie stacjonarnego równania Schrödingera; superpozycja kwantowo-mechaniczna - ilustracja	4
Ćw12	Oscylator harmoniczny - sformułowanie zagadnienia (operatory kreacji i anihilacji, reguły komutacji, poziomy energetyczne)	3
	Suma godzin	45

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

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_U02,	Odpowiedzi ustne, dyskusje, kolokwia cząstkowe z ćwiczeń
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_K01, PEK_K02.	Egzamin pisemny (wykład), zaliczenie pisemne ćwiczeń
P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Radosz, *Cząstki i pola*, Oficyna Wydawnicza PWr, 1992
- [2] R.P. Feynman, *Feynmana wykłady z fizyki*. T.1, 2, PWN, 1971
- [3] H.D. Young, R.A. Freedman, *University Physics*, Addison-Wesley, 2000

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Orear, *Fizyka* t.1,2, WNT, 1993

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

prof. dr hab. Andrzej Radosz, Andrzej.Radosz@pwr.edu.pl
prof. Paweł Gusin, Pawel.Gusin@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Fizyka 2
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa WPPT

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W01	C3	Wy1	N1, N3, N4
PEK_W02	K1INK_W01	C1	Wy1-Wy18	N1, N3, N4
PEK_U01	K1INK_U01	C1, C2	Ćw1-Ćw13	N1-N5
PEK_K01	K1INK_K01	C1, C2	Wy1-Wy18 Ćw1-Ćw13	N1,N4
PEK_K02	K1INK_K04, K1INK_K06	C3	Wy1	N1,N4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: **Analiza matematyczna F2**
Nazwa w języku angielskim: **Calculus F2**
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Inżynieria kwantowa**
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: MAP001245WC
Grupa kursów: TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	2			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych

PEK_W02 zna podstawy rachunku całkowego funkcji wielu zmiennych

PEK_W03 ma podstawową wiedzę o liniowych równaniach różniczkowych pierwszego rzędu i drugiego rzędu o stałych współczynnikach.

Z zakresu umiejętności student:

PEK_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

PEK_U02 potrafi obliczać i interpretować całki wielokrotne, potrafi stosować różne układy współrzędnych do obliczeń całek podwójnych i potrójnych

PEK_U03 potrafi rozwiązywać proste równania różniczkowe

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEK_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 Jakobiego	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 Fubbiniego. 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. Laplacjan 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		30

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 jakobianu funkcji. Wyznaczanie hesjanu. Obliczanie ekstremów warunkowych.	4
Ćw5	Obliczanie całek wielu zmiennych. Zamiana kolejności całek iterowanych. Obliczenia całek z zamianą zmiennych. Współrzędne biegunowe, walcowe lub sferyczne.	4
Ćw6	Zastosowania twierdzeń Greena, Gaussa i Stokesa.	4
Ćw7	Rozwiązywanie podstawowych klas równań różniczkowych.	6
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład – metoda tradycyjna z wykorzystaniem multimediów.
2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna

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 – C	PEK_U01-PEK_U03, PEK_K01- PEK_K02	Odpowiedzi ustne, kolokwia
P - W	PEK_W01-PEK_W03, PEK_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. Kryszewski, 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 PRZEDMIOTUProf. dr hab. Jacek Cichoń, jacek.cichon@pwr.edu.pl**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Analiza matematyczna F2
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria kwantowa**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01	K1INK_W02	C1	W01-W05	1, 2
PEK_W02	K1INK_W02	C2	W06-W10	1, 2
PEK_W03	K1INK_W02	C3	W11-W13	1, 2
PEK_U01	K1INK_U01	C1	Ćw1-Ćw4	2
PEK_U02	K1INK_U01	C2	Ćw5-Ćw6	2
PEK_U03	K1INK_U01	C3	Ćw7	2
PEK_K01	K1INK_K01,K1INK_K07	C1-C3	W01-Wy13 Ćw1-Ćw7	1,2
PEK_K02	K1INK_K01,K1INK_K07	C1-C3	W01-W13 Ćw1-Ćw7	1,2

** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<i>Algebra 2</i>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<i>Algebra 2</i>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Inżynieria Kwantowa</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	I, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAP002033W, MAP002033C
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Egzamin				
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)	2				

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		15

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	30

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
F1 - Ćw	PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2 - Wy	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K02	Egzamin
$P = \max(F2, (2F2+F1)/3)$ jeśli $F2 > 2.0$, $P = 2.0$ jeśli $F2 = 2.0$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] I. M. Gelfand, Wykłady z Algebry Liniowej, PWN, Warszawa 1974.
- [2] T. Jurliewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 2. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2005.
- [3] T. Jurliewicz, 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. Barte, 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. Kostykin, Wstęp do algebry, PWN, Warszawa 2004.

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

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

WYDZIAŁ PPT/ STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskimWstęp do Optyki.....****Nazwa przedmiotu w języku angielskimIntroduction to Optics.....****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):Inżyniera Kwantowa.....****Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów: I, stacjonarna /****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu FTP001265W****Grupa kursów Nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
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	1				
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)	0,5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

C1 Nabycie wiedzy w zakresie podstaw optyki
C2 Nabycie wiedzy w zakresie roli efektów falowych w instrumentach optycznych
C3 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 podstaw optyki geometrycznej oraz optyki falowej

PEU_W02 ma elementarną wiedzę z zakresu opisu światła spolaryzowanego i wpływu polaryzacji na zjawisko interferencji

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi ocenić wpływ zjawiska dyfrakcji na działanie podstawowych układów optycznych

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 dokształcania, w tym autodokształcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do optyki geometrycznej, zasada Fermata,	3
Wy2	Optyka geometryczna w ujęciu macierzowym	2
Wy3	Elementy optyki falowej, zjawisko interferencji, interferometry	2
Wy4	Skalarna teoria dyfrakcji, przybliżenie bliskiego i dalekiego pola, funkcja transmitancji, obraz siatki harmoniczej	2
Wy5	Filtracja optyczna, odwzorowanie przez soczewkę cienką, Abbego teoria odwzorowania mikroskopowego	2
Wy6	Polaryzacja światła, podstawy teorii i wpływ zjawiska polaryzacji na interferencję światła	4
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2. Wykład udostępniony w sieci
N3. Konsultacje
N4. Praca własna – opanowanie programu wykładu, 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_W01 PEU_W02	Zaliczenie
F2	PEU_U01	Zaliczenie
F3	PEU_K01 PEU_K02	Zaliczenie
P=F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

- [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] *M. Wichtowski* Optyka liniowa. Podstawy Fizyczne, PWN, Warszawa 2020
- [4] *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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. Jan Masajada, prof. PWr; jan.masajada@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU - WYKŁAD

Nazwa w języku polskim: Podstawy elektrodynamiki
Nazwa w języku angielskim: Fundamentals of Electrodynamics
Kierunek studiów: Inżynieria kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu FZP002024W.....
Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Egzamin 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 kontaktu (BK)	2				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki relatywistycznej
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej
4. Podstawowe umiejętności stosowania funkcji zespolonych i rozwiązywania równań różniczkowych
5. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
6. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu metod formalnych stosowanych do opisu zjawisk elektrodynamiki
 C2 Nabycie wiedzy na temat wielkości podstawowych, przyjmowanych założeń, cechowania potencjału i rozważanych obiektów w elektrodynamice
 C3 Określenie podstawowych zjawisk elektromagnetycznych oraz wyprowadzenie równań opisujących je na podstawie prowadzonych rozważań
 C4 Nabycie umiejętności rozwiązywania wybranych równań i badania własności, w tym niezmienniczości względem transformacji: cechowania, TCP, grupy obrotów w czasoprzestrzeni
 C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie stosowanych metod matematycznych i badanych własności fal elektromagnetycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 ma pogłębioną wiedzę w zakresie podstawowych zagadnień elektrodynamiki, zna i rozumie pojęcie czasoprzestrzeni oraz stosowane podejście – formalizm Lagrange’a, identyfikuje wprowadzone czteroobiekty, rozumie i potrafi określić ich własności
- PEK_W02 rozumie prawa rządzące zjawiskami elektromagnetycznymi oraz zna przyczyny ich zachodzenia, zna własności stałych pól, ma wiedzę odnośnie inwariantów i zasad zachowania w elektrodynamice
- PEK_W03 zna i rozumie transformacje dla pola elektromagnetycznego oraz wynikające stąd zjawiska i efekty, na wiedzę na temat niezmienniczości równań względem transformacji: cechowania, TCP, Lorentza
- PEK_W04 zna metody otrzymywania i rozwiązywania równań falowych, rozumie przyjmowane założenia i otrzymywane rezultaty dla promieniowania dipolowego i optyki geometrycznej

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
- PEK_K02 ma znajomość aparatu czterowymiarowego formalizmu Lagrange’a w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i referowanie innych zagadnień elektrodynamiki i mechaniki relatywistycznej

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia formalizmu Lagrange’a, zasada najmniejszego działania Hamiltona, równania Lagrange’a, własności lagranżjanu, działanie swobodnej cząstki relatywistycznej, pęd, siła, energia, czasoprzestrzeń, czterowektory, czterotensory, czterorogradient, potencjał pola elektromagnetycznego, oddziaływanie ładunku z polem, całki ruchu, pęd uogólniony, funkcja Hamiltona, równania ruchu ładunku w polu, siła Lorentza.	6
Wy2	Prawo Coulomba, prawo Gaussa, potencjał elektryczny – równanie Poissona, równanie Laplace’a oraz pola elektryczne i magnetyczne, zmiana energii relatywistycznej, odbicie w czasie, wybór potencjału, stałe pole elektromagnetyczne, ruch w stałym i jednorodnym polu elektromagnetycznym	4
Wy3	Tensor pola elektromagnetycznego, cechowanie potencjału, równania ruchu, transformacja tensora i przekształcenie pól E i H, niezmienniki pola, zasady transformacji pól, pierwsza para równań Maxwella, interpretacja całkowa, prawo Coulomba, prawo indukcji Faradaya, swobodne pole elektromagnetyczne, zasada superpozycji, postać działania, druga para równań Maxwella, interpretacja całkowa, prawo Biota-Savarta, prawo Ampera, konsekwencje równań Maxwella	6
Wy4	Równania ciągłości dla ładunku, gęstości i strumienia energii, wektor Poyntinga, tensor napięć Maxwella, zasady zachowania energii i pędu, elektrostatyka, równania Poissona i Laplace’a, prawo Coulomba, energia pola, moment dipolowy od grupy ładunków, układ ładunków w zewnętrznym polu E, oddziaływanie grup ładunków, magnetostatyka, średnie pole magnetyczne, równanie Poissona, prawo Biota-Savarta	6
Wy5	Fale elektromagnetyczne, równanie falowe d’Alemberta, cechowanie Lorentza i cechowanie Coulomba, równanie falowe w postaci czterowymiarowej, fale płaskie, transformacja Lorentza dla gęstości energii fali płaskiej, monochromatyczna fala płaska, zjawisko Dopplera	4
Wy6	Optyka geometryczna, równanie d’Alemberta a równanie eikonu, równania promieni, zasada Fermata, prawo Snella, promieniowanie fal elektromagne-	4

	tycznych, potencjały retardowane, promieniowanie poruszającego się ładunku, pole elektromagnetyczne w dalekich odległościach od układu ładunków, falowa strefa promieniowania	
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
1.	Wykłady problemowe – metoda tradycyjna
2.	Wykład – udostępniony w sieci zapis elektroniczny
3.	Ćwiczenia rachunkowe i ćwiczenia problemowe – 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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F3	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_K02	egzamin
P = F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
LITERATURA PODSTAWOWA:	
[1] L.D. Landau, E.M. Lifszic	Teoria pola – fizyka teoretyczna
[2] L.D. Landau, E.M. Lifszic	Krótki kurs fizyki teoretycznej, tom 1 mechanika, elektrodynamika
[3] D.J. Griffiths	Podstawy elektrodynamiki
[4] J.D. Jackson	Elektrodynamika klasyczna
[5] M. Suffczyński	Elektrodynamika
[6] B. Konorski	Elementy teorii względności, relatywistycznej mechaniki i elektrodynamiki
[7] A. Januszajtis	Fizyka dla politechnik, t. I cząstki
[8] A. Januszajtis	Fizyka dla politechnik, t. II pola
[9] D. Holliday, R. Resnick	Fizyka t. II
[10] F. Rohrilch	Klasyczna teoria cząstek naładowanych
[11] W. Bolton	Zarys fizyki, cz. 2

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

Prof. dr hab. inż. Ryszard Gonczarek, ryszard.gonczarek@pwr.edu.pl
--

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 PODSTAWY ELEKTRODYNAMIKI
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA KWANTOWA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W02, K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy1, Wy2, Wy3, Wy4	1, 2, 5
PEK_W02	K1INK_W02, K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy3, Wy4	1, 2, 5
PEK_W03	K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy5, Wy6, Wy7, Wy8, Wy9	1, 2, 5
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1 – Wy9,	1 – 7
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1 – Wy9,	1 – 7

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU -ĆWICZENIA**

Nazwa w języku polskim: Podstawy elektrodynamiki
Nazwa w języku angielskim: Fundamentals of Electrodynamics
Kierunek studiów: Inżynieria kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu FZP002024C.....
Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)		30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)		90			
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 kontaktu (BK)		2			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki relatywistycznej
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej
4. Podstawowe umiejętności stosowania funkcji zespolonych i rozwiązywania równań różniczkowych
5. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
6. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu metod formalnych stosowanych do opisu zjawisk elektrodynamiki
 C2 Nabycie wiedzy na temat wielkości podstawowych, przyjmowanych założeń, cechowania potencjału i rozważanych obiektów w elektrodynamice
 C3 Określenie podstawowych zjawisk elektromagnetycznych oraz wyprowadzenie równań opisujących je na podstawie prowadzonych rozważań
 C4 Nabycie umiejętności rozwiązywania wybranych równań i badania własności, w tym niezmienniczości względem transformacji: cechowania, TCP, grupy obrotów w czasoprzestrzeni
 C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie stosowanych metod matematycznych i badanych własności fal elektromagnetycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 potrafi poprawnie i efektywnie stosować elementy rachunku wektorowego i tensorowego w celu wyznaczania operacji różniczkowych na funkcjach pól skalarnych i wektorowych, umie wykazać ich własności, umie prowadzić rozważania w krzywoliniowych układach współrzędnych, potrafi stosować wzory Gaussa i Stokes oraz uogólniać je, umie wyznaczać potencjały
- PEK_U02 potrafi liczyć proste całki krzywoliniowe i powierzchniowe, umie posługiwać się funkcjami uogólnionymi – dystrybucjami i wykorzystywać ich własności, potrafi przygotować i zreferować zagadnienia rozwiązywania równania Poissona w oparciu o literaturę naukową
- PEK_U03 umie wyjaśnić niezmienniczość interwału czasoprzestrzennego, potrafi posługiwać się metodami transformacji wielkości i równań elektrodynamiki w czasoprzestrzeni, umie wykazać niezmienniczość równań Maxwella oraz wyznaczyć postać transformacji Lorentza

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
- PEK_K02 ma znajomość aparatu czterowymiarowego formalizmu Lagrange'a w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i referowanie innych zagadnień elektrodynamiki i mechaniki relatywistycznej

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Metody algebry wektorów i tensorów, delta Kröneckera i tensor Levi-Civity, własności wektorowych operatorów różniczkowych: gradient, dywergencja, rotacja, laplasjan, krzywoliniowe układy współrzędnych, funkcje pola we współrzędnych krzywoliniowych, wzory Gaussa, Stokesa, Greena, niezmienniki pola, całki krzywoliniowe i powierzchniowe, potencjały	10
Ćw2	Elementy teorii dystrybucji, funkcja delta Diraca, jej własności i reprezentacje, rozwiązanie równania Poissona, pola źródłowe i solenoidalne	6
Ćw3	Prędkość światła, doświadczenie Michalsona i Morleya, interwał czasoprzestrzenny jako niezmiennik transformacji pomiędzy dwoma układami inercjalnymi, obserwacja zdarzeń dla interwału czasowego i interwału przestrzennego, skrócenie Lorentza, dylatacja czasu, niezmienniczość ładunku	5
Ćw4	Obroty czasoprzestrzeni jako transformacje przejścia pomiędzy układami inercjalnymi, transformacje czterowektorów, związki transformacyjne – relacje ortogonalności, transformacje operatorów różniczkowych, niezmienniczość transformacji równań Maxwella, równań ciągłości, czterodwywergencji, wyprowadzenie związków transformacyjnych typu szczególna transformacja Lorentza	7
Ćw5	Wyznaczanie energii potencjalnej od ładunków równomiernie rozłożonych	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykłady problemowe – metoda tradycyjna
2. Wykład – udostępniony w sieci zapis elektroniczny
3. Ćwiczenia rachunkowe i ćwiczenia problemowe – 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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	odpowiedzi ustne, kolokwium
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01	wystąpienia przygotowane dla podanego zagadnienia
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| [1] E. Karaśkiewicz | Zarys teorii wektorów i tensorów |
| [2] J. Górski, S. Brychczy,
T. Czarliński, B. Głowczyńska,
D. Węglowska, W. Woźniak | Wybrane działy matematyki stosowanej |
| [3] L.G. Grieczko, W.I. Sugarow,
O.F. Tomasiewicz,
A.M. Fiedorcienco | Zadania z fizyki teoretycznej |
| [4] B.F. Schulz | Wstęp do ogólnej teorii względności |
| [5] K.A. Meissner | Klasyczna teoria pola |
| [6] R. Sikora | Teoria pola elektromagnetycznego |

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

Prof. dr hab. inż. Ryszard Gonczarek, ryszard.gonczarek@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 PODSTAWY ELEKTRODYNAMIKI
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA KWANTOWA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01	C1, C2, C3, C4	Ćw1, Ćw2, Ćw3	3, 5, 6
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06	C1, C2, C3, C4, C5	Ćw4, Ćw5, Ćw6, Ćw7	3, 4, 5, 6, 7
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U06	C1, C2, C3, C4, C5	Ćw4, Ćw5, Ćw6, Ćw7	3, 4, 5, 6, 7
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Ćw1 – Ćw7	1 – 7
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Ćw1 – Ćw7	1 – 7

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Metody matematyczne fizyki
Nazwa w języku angielskim	Mathematical Methods in Physics
Kierunek studiów: Inżynieria Kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	FZP001083Wc
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30			
Forma zaliczenia	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	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	0,5			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. Analiza matematyczna
2. Algebra

CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie wiedzy z zakresu teorii funkcji analitycznych oraz podstaw teorii grup.

C2 Nabycie umiejętności dotyczących zastosowania funkcji analitycznych oraz teorii grup do zagadnień z fizyki klasycznej i kwantowej.

C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących potrzebę dalszego kształcenia oraz kreatywnego myślenia. Utrwalanie poczucia konieczności ciągłego rozwijania kompetencji zawodowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01- wiedza dotycząca funkcji analitycznych.

PEK_W02 – wiedza dotycząca transformat całkowych.

PEK_W03 – wiedza dotycząca delty Diraca.

PEK_W04 – znajomość podstaw teorii grup.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umiejętność badania analityczności funkcji oraz klasyfikacji osobliwości.

PEK_U02 - umiejętność zastosowania teorii funkcji zmiennej zespolonej do rozwiązywania problemów matematycznych w fizyce.

PEK_U03 – umiejętność zastosowania teorii grup do klasyfikacji symetrii układów fizycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEK_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEK_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie wybranych zagadnień z analizy matematycznej dotyczących funkcji dwóch zmiennych rzeczywistych: granica, pochodne cząstkowe, różniczka.	2
Wy2	Definicja funkcji analitycznych oraz warunki Cauchy'ego-Riemanna.	2
Wy3	Podstawowe funkcje analityczne. Powierzchnie Riemanna.	2
Wy4	Całkowanie zespolone. Twierdzenie Greena. Twierdzenia Cauchy'ego i Cauchy'ego-Goursata. Podstawowe twierdzenie analizy. Wzór całkowy Cauchy'ego.	3
Wy5	Transformaty Hilberta. Wartość główna całki.	2
Wy6	Twierdzenie Sochockiego-Plemelja. Ciągi deltopodobne. Transformaty Fouriera.	3
Wy7	Twierdzenie Laurenta.	2
Wy8	Klasyfikacja osobliwości oraz rozwinięcia wybranych funkcji w	3

	szereg Laurenta.	
Wy9	Teoria residuów oraz obliczanie rzeczywistych całek oznaczonych.	3
Wy10	Przypomnienie wybranych zagadnień z algebry: odwzorowanie, pojęcie grupy, transformacje liniowe. Przykłady grup.	2
Wy11	Grupa symetryczna: transpozycje, parzystość permutacji. Podgrupy.	2
Wy12	Twierdzenie Cayley. Twierdzenie Lagrange'a. Elementy sprzężone grupy.	2
Wy13	Grupy punktowe i symetrie wybranych molekuł.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Badanie granic funkcji rzeczywistej dwóch zmiennych rzeczywistych.	2
Ćw2	Różniczkowalność i analityczności funkcji zmiennej zespolonej - warunki Cauchy'ego-Riemanna.	1
Ćw3	Stowarzyszone funkcje harmoniczne.	1
Ćw4	Całkowanie zespolone w oparciu o definicję	2
Ćw5	Całkowanie zespolone z wykorzystaniem wzoru całkowego Cauchy'ego	2
Ćw6	Delta Diraca.	1
Ćw7	Wyznaczenie transformacji Fouriera wybranych funkcji.	2
Ćw8	Szereg Laurenta i klasyfikacja osobliwości – wybrane przykłady.	2
Ćw9	Teoria residuów oraz obliczanie rzeczywistych całek oznaczonych.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład – forma tradycyjna.
 N2. Konsultacje.
 N3. Ćwiczenia.
 N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń.
 N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

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		Ćwiczenia: kolokwium, aktywność na zajęciach.

	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K03.	
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_K02.	Egzamin pisemny.
P=F1 (zaliczenie ćwiczeń), P=F2 (ocena z wykładu)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

1. F.W.Byron, R.W. Fuller, *Matematyka w Fizyce Klasycznej Kwantowej*, PWN.
2. M. Hamermesh, *Teoria grup w zastosowaniu do zagadnień fizycznych*

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Metody Matematyczne Fizyki
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K11NK_W02	C1	Wy1-Wy4 Wy7-Wy9	N1,N2,N5
PEK_W02	K11NK_W02	C1	Wy5,Wy6, Ćw7	N1-N5
PEK_W03	K11NK_W02	C1	Wy6, Ćw6	N1-N5
PEK_W04	K11NK_W02	C1	Wy10-Wy13	N1,N2,N5
PEK_U01 (umiejętności)	K11NK_U01,K11NK_U06,K11NK_U12	C2	Ćw1-Ćw3, Ćw8	N2,N3,N4
PEK_U02	K11NK_U01,K11NK_U06,K11NK_U12	C2	Ćw4-Ćw6, Ćw9	N2,N3,N4
PEK_U03	K11NK_U01,K11NK_U06,K11NK_U12	C2	Wy10-Wy13	N2,N5
PEK_K01 (kompetencje)	K11NK_K07	C3	Ćw1-Ćw9	N2,N3,N4
PEK_K02	K11NK_K05	C3	Wy1-Wy13	N1,N2,N5
PEK_K03	K11NK_K01	C3	Wy1-Wy13, Ćw1-Ćw9	N1-N5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim **Mechanika kwantowa I**

Nazwa w języku angielskim **Quantum Mechanics I**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy) **Inżynieria kwantowa**

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: **I / ~~II~~ stopień***, stacjonarna / **niestacjonarna***

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ ***

Kod przedmiotu **FZP001084**

Grupa kursów **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150	120			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	5	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	4	3			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z mechaniki teoretycznej
2. Wiedza z zakresu analizy matematycznej i algebry i metod matematycznych fizyki (elementy analizy funkcjonalnej i topologii)
3. Wiedza z zakresu elektrodynamiki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z kwantowym podejściem do opisu rzeczywistości
C2 Opanowanie podstawowych narzędzi i formalizmu mechaniki kwantowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna zasady mechaniki kwantowej, rozumie strukturę tej teorii, potrafi obliczać komutatory operatorów obserwabli, rozwiązywać zagadnienia własne dla wybranych obserwabli

PEK_W02 zna i potrafi formułować zagadnienia dynamiczne w mechanice kwantowej, potrafi rozwiązywać równanie Schrödingera dla stanów stacjonarnych dla wybranych prostych układów

PEK_W03 zna podstawowe własności mechaniki kwantowej w 1D i w 3D, rozumie nieklasyczne zachowanie momentu pędu, spinu, rozumie pojęcie pakietu falowego i jego rozplýwanie, potrafi odnieść opanowaną wiedzę do obrazu całej fizyki i rozumie ograniczenia kwantowego opisu rzeczywistości

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 posługuje się wstępnym aparatem analizy funkcjonalnej, potrafi rozwiązywać prostsze zagadnienia mechaniki kwantowej

PEK_U02 potrafi przygotować i zreferować inne zagadnienia z mechaniki kwantowej (np. całkowanie po trajektoriach Feynmana) w oparciu o literaturę naukową

PEK_U03 umie poruszać się w obszarze fizyki kwantowej i rozumie założenia kwantowej teorii, potrafi samodzielnie rozwijać te umiejętności w oparciu o dostępną literaturę

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

PEK_K02 ma znajomość aparatu mechaniki kwantowej w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych zagadnień

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Eksperymentalne uwarunkowania mechaniki kwantowej	2
Wy2	Podstawowe elementy formalizmu mechaniki kwantowej, przestrzeń Hilberta i jej własności, funkcje falowe i operatory	2
Wy3	Równanie Schrödingera i jego własności	2
Wy4	Operatory hermitowskie obserwabli, pęd położenie, energia kinetyczna i potencjalna, poszukiwanie postaci operatorów przez granicę klasyczną i twierdzenie Noether	2
Wy5	Zasady nieoznaczoności i reguły komutacji	2
Wy6	Obraz Heisenberga i zasady zachowania w mechanice kwantowej	2
Wy7	Unitarna ewolucja kwantowa układu zamkniętego, niedeterministyczny pomiar von Neumanna	2
Wy8	Stany stacjonarne, spądanie na centrum	2
Wy9	Proste przykłady, cząstka swobodna i studnia kwantowa	2
Wy10	Oscylator harmoniczny	2

Wy11	Zmiany reprezentacji, reprezentacja położeniowa i pędowa	2
Wy12	Własności kwantowej dynamiki 1D	2
Wy13	Symetrie i operator odbicia czasu	2
Wy14	Moment pędu w mechanice kwantowej	2
Wy15	Dodawanie momentu pędu, spin	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Elementy formalizmu mechaniki kwantowej, przestrzeń Hilberta i Banacha, norma i metryka, iloczyn skalarny, przestrzeń L^2 , operatory i funkcje falowe	6
Ćw2	Operatory hermitowskie i unitarne, przykłady, diagonalizacja macierzy	4
Ćw3	Rozwiązanie dla stanów stacjonarnych dla cząstki swobodnej, cząstki w nieskończonej studni potencjału	2
Ćw4	Skończona studnia potencjału – stany stacjonarne, spadanie na centrum,	4
Ćw5	Oscylator harmoniczny – wielomiany Hermite’a, metoda operatorów kreacji i anihilacji	4
Ćw6	Relacje komutacji dla pędu i momentu pędu i spinu	4
Ćw7	Dodawanie momentów pędu	2
Ćw8	Reprezentacja pędowa, operator odbicia czasu w różnych reprezentacjach, tw. Kramersa	2
Ćw9	Delta Diraca, normowanie funkcji falowych dla ruchu nieograniczonego, potencjał osobliwy	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny N2. Rozbudowane komentarze i dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów N3. Ćwiczenia tradycyjne N3. Skrypt do wykładu

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	Kolokwium na ćwiczeniach 1
F2	PEK_W02	Kolokwium na ćwiczeniach 2
F3	PEK_W01-3	Zaliczenie ćwiczeń
P	PEK_W01-3,U01-3.K01-2	Egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *Mechanika kwantowa*, L. Landau, I. Lifshitz, PWN 1976
- [2] *Krótki kurs fizyki teoretycznej, tom II*, L. Landau, I. Lifshitz, PWN 1978
- [3] *Teoria kwantów. Mechanika falowa*, I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, PWN, 1982
- [4] Skrypt do wykładu

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [5] *Mechanik kwantowa*, A. Davydov, PWN 1969
- [6] *Quantum Mechanics*, A. Messiah, Dover Publ. 1999

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

Prof. dr hab. inż. Lucjan Jacak, lucjan.jacak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW FIZYKI KARTA PRZEDMIOTU Nazwa w języku polskimLaboratorium Fizyki Ogólnej 2..... Nazwa w języku angielskimLaboratory of General Physics 2..... Kierunek studiów:Inżynieria Kwantowa..... Specjalność (jeśli dotyczy): Stopień studiów i forma: I, stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany * Kod przedmiotu FZP001082L..... Grupa kursów TAK / NIE*	
--	--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
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 kontaktu (BK)			2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Zaliczone LPF Fizyka 1

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Utrwalenie umiejętności przeprowadzenia prostych pomiarów fizycznych
- C2 Utrwalenie umiejętności zapisania wyników pomiarowych w postaci raportu
- C3 Utrwalenie szacowania niepewności uzyskanych rezultatów
- C4 Utrwalenie umiejętności analizy wyników pomiaru i ich prezentacji w formie sprawozdania
- C5 Utrwalenie umiejętności pracy w zespole.
- C6 Utrwalenie potrzeby samokształcenia.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – zna metody pomiarów podstawowych wielkości fizycznych

PEK_W02 – zna przepisy BHP obowiązujące w laboratoriach pomiarów wielkości fizycznych

PEK_W03 – zna metody opracowania wyników oraz liczenia niepewności pomiarowych wielkości prostych i złożonych

PEK_W04 – rozumie zasadę działania układów pomiarowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umie posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi (do pomiaru długości, wielkości elektrycznych, optycznych)

PEK_U02 – potrafi wykonać pomiary podstawowych wielkości fizycznych z wykorzystaniem instrukcji stanowiska pomiarowego

PEK_U03 – potrafi opracować wyniki pomiarów oraz przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi inżynierskich

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 – utrwała umiejętności pracy zespołowej

PEK_K02 – rozumie konieczność samokształcenia

PEK_K03 – utrwała umiejętności rzetelnego i odpowiedzialnego wykonywania zadań

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne, krótkie szkolenie BHP, szkolenie z zakresu obsługi prostych przyrządów pomiarowych, pomiary prostych wielkości fizycznych, omówienie opracowania wyników pomiarów	2
La2	Pomiary parametrów prostego układu elektrycznego oraz statystyczne i graficzne opracowanie tych wyników	2
La3 - La7, La9 - La14	Wykonanie w grupach 2 osobowych jedenastu ćwiczeń z różnych działów fizyki, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień związanych z optyką. Statystyczne i graficzne opracowanie wyników pomiarów oraz przygotowanie raportów. Spis ćwiczeń laboratoryjnych w załączeniu.	11x2
La8	Weryfikacja umiejętności analizy wyników i wykonywanych sprawozdań	2
La15	Zajęcia uzupełniające i zaliczenia	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 – e-materiały do laboratorium umieszczone w Internecie.

N2 – Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych

N3 – Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

N4 – Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.

N5 – Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń

N6 – Praca własna – opracowanie wyników pomiarowych w formie 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
F1	PEK_W01, PEK_W03, PEK_W04, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K02, PEK_K03,	Odpowiedź ustna, kartkówka
F2	PEK_W01, PEK_W03, PEK_W04, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03,	Ocena sprawozdania z laboratorium
P1 - średnia z uzyskanych ocen F1 i F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Materiały do laboratorium (wstępy teoretyczne oraz instrukcje robocze) , dostępne poprzez internet : lpf.wppt.pwr.edu.pl

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.

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

dr inż. Zbigniew, Gumienny@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
.....Laboratorium Fizyczne 2.....
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ...Inżynieria Kwantowa...

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W01	C1	La1-La15	N1 – N6
PEK_W02	K1INK_W01, K1INK_W08, K1INK_W11,	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_W03	K1INK_W01, K1INK_W08, K1INK_W11,	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_W04	K1INK_W01, K1INK_W08, K1INK_W11,	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U02	C1	La1-La15	N1 – N6
PEK_U02	K1INK_U02, K1INK_U08, K1INK_U11	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_U03	K1INK_U02, K1INK_U08, K1INK_U11	C2-C6	La1-La15	N1 – N6
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01	C3	La1-La15	N1 – N6
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	La1-La15	N1 – N6
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	La1-La15	N1 – N6

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Podstawy Fizyki Ciała Stałego
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of Solid State Physics
Kierunek studiów:	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	FZP001087W, FZP001140C
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	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	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej 1
2. metod matematycznych fizyki

CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie wiedzy dotyczącej periodycznej struktury ciał stałych, wynikającej z niej struktury

pasmowej energii oraz metod opisu stanów elektronowych i fononowych.

C2 Nabycie umiejętności formułowania i rozwiązywania podstawowych problemów dotyczących sieci prostej i sieci odwrotnej, struktury elektronowej i charakterystyki pasm energetycznych elektronów i widm fononowych.

C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących potrzebę dalszego kształcenia oraz kreatywnego myślenia. Utrwalanie poczucia konieczności ciągłego rozwijania kompetencji zawodowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01- wiedza dotycząca struktur krystalicznych, ich symetrii oraz wynikającej z nich struktury pasmowej ciał stałych.

PEK_W02 – znajomość podstawowych metod opisu własności elektronowych i fononowych ciał stałych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - umiejętność stosowania metod opisu struktury krystalicznej i struktury pasmowej ciał stałych.

PEK_U02 - umiejętność stosowania teoretycznych modeli w opisie własności elektronowych i fononowych ciał stałych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEK_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEK_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sieci Bravais - symetrie i klasyfikacja. Prymitywna komórka elementarna, umowna komórka elementarna, komórka Wignera-Seitza jako komórka o pełnej symetrii punktowej sieci.	2
Wy2	Przestrzeń odwrotna i sieć odwrotna, komórka Wignera-Seitza w przestrzeni odwrotnej, dyfrakcja promieni rentgenowskich.	2
Wy3	Elektron w periodycznej sieci krystalicznej: twierdzenie Blocha, kwazipęd.	4
Wy4	Periodyczne warunki brzegowe, kwantowanie wektora falowego, liczba stanów Blocha, gęstość stanów w przestrzeni odwrotnej. Strefy Brillouina.	2
Wy5	Jednowymiarowy potencjał okresowy, model Kroniga-Penneya,	2
Wy6	Równanie falowe Blocha w przestrzeni odwrotnej.	2
Wy7	Struktura pasmowa: przybliżenie słabego wiązania.	2

Wy8	Struktura pasmowa: przybliżenie silnego wiązania, funkcje Wanniera.	2
Wy9	Symetrie dyspersji elektronu. Prędkość grupowa elektronu i punkty ekstremalne energii. Symetria całek przeskoku w przybliżeniu ciasnego wiązania.	2
Wy10	Funkcja gęstości stanów. Osobliwości van Hove'a.	2
Wy11	Elektrony w paśmie energetycznym. Statystyka Fermiego-Diraca. Energia Fermiego i powierzchnia Fermiego. Wzbudzenia jednocząstkowe. Zapełnienie pasma i potencjał chemiczny.	2
Wy12	Klasyczna teoria drgań sieci krystalicznej w przybliżeniu harmonicznym.	2
Wy13	Kwantowa teoria harmonicznych drgań sieci krystalicznej: fonony, kwazipęd fononów, ciepło właściwe sieci, model Einsteina i Debye'a, fononowa gęstość stanów.	2
Wy14	Zjawiska anharmoniczne: rozszerzalność cieplna, przewodnictwo cieplne, procesy przerzutu.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Sieci Bravais.	2
Ćw2	Sieć odwrotna.	4
Ćw3	Elektron w periodycznej sieci krystalicznej.	4
Ćw4	Symetrie dyspersji elektronu.	4
Ćw5	Funkcje Wanniera i energia ciasnego wiązania.	6
Ćw6	Gęstość stanów.	4
Ćw7	Zapełnienie pasma, powierzchnia Fermiego.	4
Ćw8	Fonony.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład – forma tradycyjna. N2. Konsultacje. N3. Ćwiczenia. N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń. N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

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_K01 ÷ PEK_K03 PEK_U01 , PEK_U02	Ćwiczenia: kolokwium, aktywność na zajęciach.
F2	PEK_W01 , PEK_W02; PEK_U01 , PEK_U02	Egzamin pisemny.
P=F1 (zaliczenie ćwiczeń), P=F2 (ocena z wykładu)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] N.W. Ashcroft, N.D. Mermin „Fizyka ciała stałego”, PWN 1986
- [2] A.A. Abrikosov „Fundamentals of the Theory of Metals”, North-Holland 1988
- [3] C. Kittel „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN 1976

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] H. Ibach, H. Luth „Fizyka ciała stałego”, PWN 1996
- [2] J.M. Ziman „Wstęp do teorii ciała stałego”, PWN 1977

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

Grzegorz Harań, haran@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Podstawy Fizyki Ciała Stałego
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W04-W06	C1	Wy1-9	N1,N2,N5
PEK_W02	K1INK_W04-W06	C1	Wy10-14	N1,N2,N5
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Ćw1-5	N2-N4
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Ćw6-8	N2-N4
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K07	C3	Wy1-14, Ćw1-8	N1-N5
PEK_K02	K1INK_K05	C3	Wy1-14, Ćw1-8	N1-N5
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	Wy1-14, Ćw1-8	N1-N5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim Mechanika kwantowa II

Nazwa w języku angielskim Quantum mechanics II

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: I /stopień, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu FZP001086

Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	90			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3	2			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość formalizmu falowego mechaniki kwantowej – ukończony kurs mechaniki kwantowej I
2. Znajomość analizy matematycznej I i II oraz algebry
3. Umiejętność studiowania literatury

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie z metodami obliczeniowymi mechaniki kwantowej

C2 Zaznajomienie z szerokim obszarem fizyki kwantowej i umiejętność zastosowań

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 zna zasady mechaniki kwantowej i jej metod obliczeniowych, metody perturbacyjnej i kwaziklasycznej, wariacyjnej i diagonalizacji algebraicznych
- PEK_W02 zna i potrafi formułować zawansowane zagadnienia dynamiczne w mechanice kwantowej, potrafi rozwiązywać równanie Schrödingera dla stanów stacjonarnych i niestacjonarnych metodami rachunku zaburzeń, umie stosować złotą regułę Fermiego dla wybranych prostych układów, zna statystyki kwantowe i ich uwarunkowanie, rozumie związek spinu i statystyki i rolę topologii w fizyce
- PEK_W03 zna zasady II kwantowania, kwantowej fizyki kryształów, kwantowania Landaua w polu magnetycznym i potrafi odnieść opanowaną wiedzę do obrazu fizyki fazy skondensowanej, w tym do zjawisk nadprzewodnictwa i nadciekłości, układów 2D

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 posługuje się aparatem rachunku zaburzeń i potrafi stosować go do złożonych sytuacji, podobnie potrafi stosować przybliżenie kwaziklasyczne, potrafi formułować i rozwiązywać problemy kwantowe metodami wariacyjnymi i algebraicznymi oraz numerycznymi
- PEK_U02 potrafi przygotować i zreferować inne zagadnienia z mechaniki kwantowej (np. metody numeryczne rozwiązywania równania Schrödingera) w oparciu o literaturę naukową
- PEK_U03 posiada szerokie rozeznanie w fizyce kwantowej, umie poruszać się w obszarze fizyki kwantowej i rozumie założenia kwantowej teorii, potrafi samodzielnie rozwijać te umiejętności w oparciu o dostępną literaturę

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
- PEK_K02 posiada znajomość aparatu mechaniki kwantowej w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej z zakresu fizyki fazy skondensowanej oraz poznawanie, rozwijanie i referowanie innych zagadnień

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rachunek zaburzeń niezależny od czasu dla stanów niezdegenerowanych; rachunek zaburzeń niezależny od czasu dla stanów zdegenerowanych	2
Wy2	Rachunek zaburzeń zależny od czasu, przejścia kwantowe, reguły wyboru	2
Wy3	Złota reguła Fermiego, nieoznaczoność czasu i energii, adiabaticzne i nieadiabaticzne włączanie zaburzenia	2
Wy4	Przybliżenie kwaziklasyczne	2
Wy5	Reguła Bohra-Sommerfelda	2

Wy6	Tunelowanie kwantowe i bariery	2
Wy7	Reprezentacja Schrödingera i Heisenberga, pochodna operatora	2
Wy8	Rozpływanie się pakietów falowych	2
Wy9	Stany czyste i mieszane, splątanie kwantowe, iloczyn tensorowy	2
Wy10	Periodyczny potencjał, sieć odwrotna, twierdzenie Blocha	2
Wy11	Metody wariacyjne i algebraiczne rozwiązywania równania Schrödingera (diagonalizacje)	2
Wy12	II kwantowanie dla bozonów i fermionów	2
Wy13	Kwantowanie Landaua, cząstka w polu magnetycznym	2
Wy14	Bozony i fermiony, statystyki kwantowe w 3D i 2D, układy hallowskie	2
Wy15	Sfera Fermiego w metalu, kondensacja Bosego-Einsteina, nadprzewodnictwo i nadciekłość – makroskopowe efekty kwantowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rachunek zaburzeń niezależny od czasu – przykłady	6
Ćw2	Rachunek zaburzeń zależny od czasu – przykłady	4
Ćw3	Zastosowanie złotej reguły Fermiego – przejścia optyczne, efekt fotoelektryczny w półprzewodniku	4
Ćw4	Przybliżenie kwaziklasyczne – przykłady	4
Ćw5	Współczynniki przejścia i odbicia dla barier, tunelowanie	4
Ćw6	Stany splątane, singlet i tryplet, reprezentacja Schmidta	2
Ćw7	Diagonalizacja Bogolubowa,	2
Ćw7	Efekt Meissnera i pary Coopera	2
Ćw8	Sieć odwrotna, model prawie swobodnych elektronów i silnie związanych elektronów	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny N2. Dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów N3. Materiały skryptowe dopasowane do wykładu N4. Ćwiczenia tradycyjne

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	Kolokwium na ćwiczeniach 1
F2	PEK_W02	Kolokwium na ćwiczeniach 2
F3	PEK_W03	Zaliczenie ćwiczeń
P	PEK_W01-3, PEK_U01-3, PEK_K01-2	Egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Mechanika kwantowa, L. Landau, I. Lifshitz, PWN 1976
- [2] Krótki kurs fizyki teoretycznej II, L. Landau, I. Lifshitz, PWN 1978
- [3] Teoria kwantów. Mechanika falowa, I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, PWN, 1982
- [4] Skrypt do wykładu

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [5] Mechanik kwantowa, A. Davydov, PWN 1969
- [6] Quantum Mechanics, A. Messiah, Dover Publ. 1999

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

Lucjan Jacak, lucjan.jacak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim Termodynamika i fizyka statystyczna	
Nazwa w języku angielskim Thermodynamics and Statistical Physics	
Kierunek studiów: Inżynieria Kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy	
Kod przedmiotu FZP002038W, FZP001139C	
Grupa kursów NIE	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	Egzamin na ocenę	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 (BK)	1,5	1,5			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna zasady termodynamiki, rozumie metody wyznaczania wielkości termodynamicznych dla układów równowagowych oraz potrafi uzasadnić ograniczenia i równoważność stosowanych metod

PEK_W02 zna i rozumie pojęcia zespołów statystycznych, równoważności stosowanych opisów oraz umie je odnieść do badanych układów klasycznych i kwantowych

PEK_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:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

PEK_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 qwazistatyczne. „Zerowe prawo termodynamiki” i temperatura empiryczna. I zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna i entalpia.	2
Wy2	II zasada termodynamiki. Twierdzenie Carnota o sprawności silników cieplnych. Definicja skali temperatur Kelvina. Twierdzenie Clausiusa. Definicja entropii. Entropia jako funkcji stanu. Warunki równowagi termodynamicznej	2
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 wielofazowych i wieloskładnikowych. Reguła faz Gibbsa. Klasyfikacje Ehrenfesta przejść fazowych. Cechy charakterystyczne przejść fazowych pierwszego i drugiego rodzaju.	3
Wy5	Przestrzeń fazowa, ergodyczność, funkcja rozkładu, entropia, rów-	3

	nianie Liouville'a	
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
		30

	Forma zajęć - ćwiczenia	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-Boltzmann: 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
		30

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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_K01, PEK_K02	Egzamin pisemny.
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)

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

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 Termodynamika i fizyka statystyczna
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W02, K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy1-Wy4,Ćw1	1,2,5
PEK_W02	K1INK_W02, K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy5-Wy13, Ćw2-Ćw5	1,2,5
PEK_W03	K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy5-Wy13, Ćw2-Ćw5	1,2,5
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4,C5	Wy1-Wy13, Ćw1-Ćw5	1,2,3,4,5,6,7
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4,C5	Wy1-Wy13, Ćw1-Ćw5	1,2,3,4,5,6,7

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Symetrie i fizyka półprzewodników
Nazwa w języku angielskim	Symmetries and Semiconductor Physics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	FZP001089W
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
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				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Zaliczone kursy: Mechanika kwantowa 1; Podstawy fizyki ciała stałego.

CEL PRZEDMIOTU

C1. Celem kursu jest nabycie podstawowej wiedzy (uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne) w dziedzinie fizyki półprzewodników, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu symetrii kryształu na strukturę pasm elektronowych oraz własności optyczne.

C2. Zdobywanie umiejętności samodzielnego pozyskiwania wiedzy z literatury naukowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Student

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 posiada wiedzę w zakresie podstaw fizyki półprzewodników

PEK_W02 posiada wiedzę w zakresie symetrii kryształów i jej znaczenia dla struktury pasmowej

PEK_W03 posiada wiedzę w zakresie własności optycznych półprzewodników

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi analizować zjawiska fizyczne wykorzystując poznane metody opisu teoretycznego

PEK_U02 potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł i podawać je krytycznej analizie

PEK_U03 posiada umiejętność samodzielnego uczenia się w zakresie zagadnień inżynierii kwantowej

PEK_U04 potrafi integrować i weryfikować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia

PEK_K02 rozumie potrzebę ciągłego podnoszenia kompetencji zawodowych

PEK_K03 potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, innowacyjny i przedsiębiorczy

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-Wy2	Teoria grup i reprezentacji.	4
Wy3-Wy4	Symetria kryształów.	3
Wy4-Wy5	Konsekwencje symetrii układów kwantowych.	3
Wy6-Wy7	Skutki symetrii translacyjnej oraz punktowej kryształu dla struktury pasmowej.	4
Wy8-Wy10	Przybliżenie masy efektywnej i metoda kp.	6
Wy11-Wy12	Przegląd struktur pasmowych najbardziej znanych półprzewodników. Modele Luttingera i Kane'a.	4
Wy13-Wy15	Teoria międzypasmowych przejść optycznych w półprzewodnikach. Reguły wyboru.	6
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy.
2. Konsultacje.
3. Praca własna – przygotowanie do wykładu i egzaminu.

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	PEK_W01- PEK_W03 PEK_U01- PEK_U04 PEK_K01- PEK_K03	Egzamin pisemny.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] G. L. Bir, G. E. Pikus: Symetria i odkształcenia w półprzewodnikach. Państwowe Wydawnictwo Naukowe (Warszawa 1977).
- [2] R. S. Knox, A. Gold: Symmetry in the Solid State. W. A. Benjamin (New York 1964).
- [3] A. I. Anselm: Wstęp do teorii półprzewodników. Państwowe Wydawnictwo Naukowe (Warszawa 1967)
- [4] K. Sierański, M. Kubisa, J. Szatkowski, J. Misiewicz: Półprzewodniki i struktury półprzewodnikowe. Oficyna Wydawnicza PWr (Wrocław 2002)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. Enderlein, N. J. Horing: Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices. World Scientific (Singapore, New Jersey, London, Hong Kong, 1996)
- [2] P. Y. Yu, M. Cardona: Fundamentals of Semiconductors. Springer-Verlag (Berlin, 1996)
- [3] M. Cydilkowski: Elektry i dziury w półprzewodnikach. Państwowe Wydawnictwo Naukowe (Warszawa 1976)

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

Dr inż. Maciej Kubisa, maciej.kubisa@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Praktyka
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Practice.....
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria kwantowa.....
Specjalność (jeśli dotyczy):
Poziom i forma studiów:	I stopień , stacjonarna,
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	FTP002078Q.....
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	180				
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	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	6				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	4				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. wymagania wstępne określone przez pracodawcę
2. ukończone 4 semestry studiów I stopnia
- 3.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 zdobycie doświadczenia w przemyśle i laboratoriach badawczych związanych z szeroko rozumianą dziedziną fotowoltaiki,
- C2 zdobycie doświadczenia w przemyśle i laboratoriach badawczych związanych z informatyką i informatyką kwantową,

C3 zdobycie doświadczenia w realizacji projektów badawczych dotyczących zagadnień fizycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 posiada podstawową wiedzę teoretyczną i praktyczną dotyczącą obszaru działalności pracodawcy

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 posiada umiejętności dotyczące praktycznej realizacji zadań w zakresie działalności pracodawcy

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 kształtuje kompetencje związane z pracą w zespole,

PEU_K02 nabywa kompetencje dotyczące etyki wykonywania zawodu

TREŚCI PROGRAMOWE

Treści programowe są określane przez pracodawcę.		Liczba godzin
Suma godzin		180

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Praca własna studentów

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		ocena wykonania zadań wystawiona przez pracodawcę
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| [1] zakres literatury określa pracodawca |
| [2] |
| [3] |
| [4] |

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

Grzegorz Harań, haran@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	Ogniwa Fotowoltaiczne I
Nazwa w języku angielskim:	Photovoltaic cells I
Kierunek studiów:	Fizyka
Specjalność:	Inżynieria kwantowa
Stopień studiów i forma:	I; stacjonarne
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	FTP001002W
Grupa kursów	Tak

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
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)	-				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Znajomość struktury krystalicznej, drgań sieci, struktury pasmowej i podstaw optyki półprzewodników

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zaznajomienie studentów z podstawami fizycznymi działania fotoogniw.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna podstawy fizyczne działania fotoprzetworników półprzewodnikowych, a w szczególności fotoogniw

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne działania wybranych fotoprzetworników półprzewodnikowych a w szczególności fotoogniw i układy ich pracy

PEK_U02 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę samokształcenia

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasoby energetyczne.	2
Wy2	Fotony. Prawa promieniowania CDC, spektrum promieniowania słonecznego.	2
Wy3	Koncentratory promieniowania słonecznego.	2
Wy4	Elektrony i dziury w półprzewodnikach.	2
Wy5	Zjawiska nierównowagowe w półprzewodnikach. Prąd unoszenia i dyfuzyjny.	2
Wy6	Oddziaływanie światła z półprzewodnikiem. Absorpcja i emisja promieniowania elektromagnetycznego.	
Wy7	Generacja i rekombinacja nośników w półprzewodnikach.	2
Wy8	Efekt fotowoltaiczny. Podstawy działania fotoogniw.	2
Wy9	Podstawowe struktury półprzewodnikowych ogniw słonecznych: złącze p-n, p-i-n, kontakt Schottky metal-półprzewodnik, metal - izolator -półprzewodnik, wielozłączowe.	2
Wy10	Teoretyczne ograniczenia konwersji energii w fotoogniwach	2
Wy11	Metody eksperymentalne wyznaczania podstawowych parametrów fotoogniw.	2
Wy12	Źródła promieniowania. Aparatura spektroskopowa	2
Wy13	Detektory fotonowe i termiczne promieniowania elektromagnetycznego.	2
Wy14	Standardy, kalibracja i testowanie modułów PV i fotoogniw.	2
Wy15	Test zaliczeniowy	2
	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 testu zaliczeniowego

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_K02	Testy i aktywność na wykładzie
F2	PEK_W01, PEK_W02	Test zaliczeniowy
P=F2 z uwzględnieniem F 1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Materiały do wykładu, dostępne poprzez internet : www.if.pwr.wroc.pl/~popko
- [2] E.Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
- [3] E.Jarzębski „Energia słoneczna” 1990.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] P.Wurfel „Physics of Solar Cells”, ed. Wiley-Vch, Weinham 2009.
- [2] J.Nelson “ The Physics of Solar Cells” ed. Imperial College Press, London, 2009.
- [3] <http://pveducation.org/pvcdrom>

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

Ewa Popko ewa.popko@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Ogniwa Fotowoltaiczne I
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA WPPT
 I SPECJALNOŚCI Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W04, K1INK_W08, K1INK_W09	C1	Wy1-Wy15	1-4
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C1	Wy1-Wy15	1-4
PEK_U02	K1INK_U06, K1INK_U08	C1	Wy1-Wy15	1-4
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K05	C1	Wy1-Wy15	1-4

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: <i>Obliczenia z zasad pierwszych oparte na teorii funkcjonału gęstości</i>	
Nazwa w języku angielskim: <i>DFT- based 'Ab initio' calculations</i>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): <i>Inżynieria Kwantowa</i>	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	INP001007L
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		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 (BK)			1,5		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej
2. Podstawowa wiedza z zakresy fizyki atomu cząsteczki i fazy skondensowanej
3. Umiejętność posługiwania się komputerem osobistym, w tym wskazana znajomość systemu LINUX
4. Kompetencje w zakresie korzystania z zasobów internetowych
5. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy teoretycznej w zakresie metod obliczeniowych *ab initio* w fizyce układów atomowych
- C2. Nabycie praktycznej umiejętności zastosowanie metod *ab initio* do wyznaczania podstawowych charakterystyk fizycznych wybranych układów atomowych (cząsteczka, kryształ, powierzchnia kryształu)
- C3. Poszerzenie wiedzy z zakresu fizyki ciała stałego
- C4. Doskonalenie umiejętności zwięzłego i klarownego ustnego sprawozdania z wykonanego projektu.
- C5. Doskonalenie umiejętności pracy samodzielnej i współpracy w niewielkiej grupie.
- C6. Doskonalenie umiejętności samodzielnego pozyskiwania literatury i korzystania z niej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada rozszerzoną wiedzę o teoretycznych podstawach metod obliczeniowych *ab initio*

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Umie zastosować metody obliczeniowe *ab initio* do modelowania wybranych zagadnień fizycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Rozumie konieczność samokształcenia.

PEK_K02 Potrafi współpracować w ramach zespołu badawczego

Forma zajęć: laboratorium	Temat	Liczba godzin
La1-2	Cząsteczka H ₂ , obliczenia jakościowe wielkości fizycznych (długość równowagowa, potencjał, częstość oscylacji, struktura elektronowa) bez analizy zbieżności	4
La3	Analiza zbieżności ze względu na parametry kontrolne; obliczenia ilościowe wielkości fizycznych cząsteczki H ₂ ; reprezentacje graficzne	2
La4-6	Krystaliczny krzem; wyznaczanie parametrów sieciowych oraz struktury elektronowej	6
La7-9	Kryształ i powierzchnia aluminium; wyznaczanie parametrów sieciowych kryształu i struktury jonowej powierzchni; energia powierzchniowa	6
La10-15	Wybrane zaawansowane techniki obliczeniowe (tensor elastyczny, dynamika sieci, tensor dielektryczny, ferromagnetyzm)	12
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

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 F2 $P=0.4 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2$	PEK_W01, PEK01 PEK_U01,	Kolokwium pisemne Sprawozdania ustne z wykonywanych projektów

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Richard M. Martin, *Electronic structure, Basic Theory and Practical Methods*, Cambridge University Press (2004)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] <http://www.abinit.org/>
- [2] materiały dostarczone przez prowadzącego

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

Dr inż. Paweł Scharoch, pawel.scharoch@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Obliczenia 'ab initio'
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna
I SPECJALNOŚCI Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W07	C1-C6	La1-La5	N1-N5
PEK_U01	K1INK_U03	C1-C6	La1-La5	N1-N5
PEK_K01, PEK_K02	K1INK_K03, K1INK_K07	C1-C6	La1-La5	N1-N5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim Makroskopowe zjawiska kwantowe – nadprzewodnictwo, nadciekłość, kondensaty atomów

Nazwa w języku angielskim Macroscopic quantum phenomena – superconductivity, superfluidity, atomic condensates

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu FZP001090W

Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
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 kontaktu (BK)					

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej (Mechanika kwantowa 1 i 2),
2. fizyki statystycznej (Termodynamika i fizyka statystyczna),
3. fizyki fazy skondensowanej (Podstawy fizyki ciała stałego).

CELE PRZEDMIOTU

C1 Wiedza dotycząca kwantowych podstaw zjawisk nadprzewodnictwa i nadciekłości.

C2 Umiejętność rozwiązywania podstawowych zagadnień nadprzewodnictwa.

C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących samokształcenie, odpowiedzialność, uczciwość, rzetelność i wrażliwość na przestrzeganie obyczajów obowiązujących w

środowisku akademickim i innych społecznościach.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01- wiedza dotycząca stanu podstawowego nadprzewodnika oraz teorii BCS.

PEK_W02 – wiedza dotycząca stanów wzbudzonych nadprzewodnika i wpływu wzbudzeń termicznych na porządek dalekozasięgowy.

PEK_W03 – sformułowanie nadprzewodnictwa w ujęciu teorii Ginzburga-Landaua.

PEK_W04 – wiedza dotycząca symetrii stanu nadprzewodzącego oraz układów, w których realizowane jest nadprzewodnictwo niekonwencjonalne.

PEK_W05 – wiedza dotycząca nadciekłości kondensatów atomowych na sieciach optycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umiejętność interpretacji zjawisk zachodzących w układach fermionów na skutek przyciągającego oddziaływania dwucząstkowego.

PEK_U02 – umiejętność stosowania metody wariacyjnej w opisie zjawiska nadprzewodnictwa.

PEK_U03 – umiejętność stosowania podstawowych równań teorii BCS.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEK_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEK_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zagadnienie Coopera. Para Coopera w gazie elektronowym.	2
Wy2	Funkcja falowa stanu podstawowego nadprzewodnika BCS.	1
Wy3	Modelowy hamiltonian i energia stanu podstawowego.	3
Wy4	Stan podstawowy w rachunku wariacyjnym.	2
Wy5	Parametr porządku i równanie na szczelinę.	2
Wy6	Założenia teorii BCS. Parametr porządku w stanie podstawowym. Gęstość stanów.	2
Wy7	Wzbudzenia jednocząstkowe, stany wzbudzone. Równanie na szczelinę w temperaturze $T > 0$.	4
Wy8	Temperatura krytyczna.	2
Wy9	Teoria Ginzburga-Landaua jako teoria graniczna teorii BCS. Parametr porządku w pobliżu temperatury krytycznej.	4
Wy10	Teoria Ginzburga-Landaua. Nadprzewodnik w polu magnetycznym. Głębokość wnikania pola magnetycznego.	2

Wy11	Hamiltonian nadprzewodnika, przybliżenie średniego pola.	1
Wy12	Symetria stanu podstawowego. Stany singletowe i trypletowe. Nadprzewodnictwo niekonwencjonalne: nadciekły ^3He , nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe.	2
Wy13	Kondensaty atomów na sieciach optycznych.	3
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład – forma tradycyjna.
 N2. Konsultacje.
 N3. Praca własna.

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_W05; PEK_U01 ÷ PEK_U03 PEK_K01 ÷ PEK_K08	Kolokwium pisemne
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A.J. Leggett „Quantum Liquids”, Oxford University Press 2010
- [2] J.R. Schrieffer „Theory of Superconductivity”, ABC 1999
- [3] A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I.E. Dzyaloshinski „Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics”, Dover Publications 1963
- [4] P.G. De Gennes „Superconductivity of metals and alloys”, Addison-Wesley Publishing Co. 1989

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] „Handbook of High-Temperature Superconductivity”, ed. J.R. Schrieffer, Springer 2007

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

Grzegorz Harań, grzegorz.haran@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
**Makroskopowe zjawiska kwantowe – nadprzewodnictwo,
nadciekłość, kondensaty atomów**
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria kwantowa**
I SPECJALNOŚCI

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W04-W06	C1	Wy1-6	N1,2,3
PEK_W02	K1INK_W04-W06	C1	Wy7-8	N1,2,3
PEK_W03	K1INK_W04-W06	C1	Wy9-10	N1,2,3
PEK_W04	K1INK_W04-W06	C1	Wy11-12	N1,2,3
PEK_W05	K1INK_W04-W06	C1	Wy13	N1,2,3
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy1-13	N1,2,3
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy1-13	N1,2,3
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy1-13	N1,2,3
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K07	C3	Wy1-13	N1,2,3
PEK_K02	K1INK_K05	C3	Wy1-13	N1,2,3
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	Wy1-13	N1,2,3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT	KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa w języku polskim: Laboratorium fotoogniw	
Nazwa w języku angielskim: Solar cells laboratory	
Wydział: PPT	
Specjalność: Inżynieria Kwantowa	
Stopień studiów i forma: I; stacjonarne	
Rodzaj przedmiotu: wybieralny	
Kod przedmiotu FTP001003L	
Grupa kursów nie	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
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 kontaktu (BK)			2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Znajomość struktury krystalicznej, drgań sieci, struktury pasmowej i podstaw optyki półprzewodników

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zaznajomienie studentów z podstawami fizycznymi działania fotoogniw.
- C2 Poznanie metodyki pomiarów najważniejszych parametrów charakteryzujących fotoogniwa
- C3 Nabycie umiejętności napisania raportu z przeprowadzonego eksperymentu
- C4 Nabycie umiejętności pracy w zespole

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna podstawy fizyczne działania fotoprzetworników półprzewodnikowych

PEK_W02 zna podstawowe układy pracy fotoprzetworników półprzewodnikowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne działania wybranych fotoprzetworników półprzewodnikowych i układy ich pracy

PEK_U02 potrafi zestawić prosty układ do pomiaru podstawowych charakterystyk wybranych fotoprzetworników półprzewodnikowych

PEK_U03 potrafi napisać raport z wykonanych pomiarów

PEK_U04 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania w zespole .

PEK_K02 rozumie potrzebę samokształcenia

Forma zajęć - laboratorium	Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium.
La2	Pomiar charakterystyki widmowej symulatora światła słonecznego, diody LED i lasera półprzewodnikowego odpowiednio przy użyciu detektora termicznego i detektora fotonowego.
La3	Pomiar charakterystyk I-V krzemowego złącza p-n w funkcji temperatury. Wyznaczenie przerwy energetycznej półprzewodnika.
La4	Pomiar charakterystyki jasnej i ciemnej I-V i C-V dla fotodiody na złączu Schottky'ego. Wyznaczenie parametrów fotoelektrycznych fotodiody.
La5	Pomiar charakterystyki spektralnej fotodiody półprzewodnikowej. Wyznaczenie czułości, wydajności kwantowej i detekcyjności.
La6	Badanie charakterystyk fotoelektrycznych fototranzystora.
La7	Charakterystyki I-V (ciemne i po oświetleniu) dla fotodiody półprzewodnikowej. Wyznaczenie prądu zwarcia, napięcia rozwarcia, sprawdzenie prawa odwrotnych kwadratów.
La8	Ogniwo słoneczne. Pomiar charakterystyki I-V. Wyznaczenie oporności szeregowej, współczynnika idealności i wydajności baterii.
La9	Ogniwo słoneczne. Wyznaczenie zależności prądu zwarcia i napięcia

	rozwarcia od natężenia oświetlenia. Wyznaczenie zależności mocy od oporności obciążenia.
La10	Odróbka zajęć
	Suma godzin

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
 N2 Praca własna – przygotowanie do laboratorium
 N3 Instrukcje - wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych
 N6 Instrukcje robocze 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 , PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04 PEK_K01, PEK_K02,	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laborator.
P = średnia ze wszystkich ocen F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Materiały do wykładu i do laboratorium, dostępne poprzez internet : www.if.pwr.wroc.pl/~popko
 [2] E. Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
 [3] E. Płaczek-Popko, „Laboratorium Fotoogniw” Skrypt DBC
 [4] E. Jarzębski „Energia słoneczna” 1990.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] P. Wurfel „Physics of Solar Cells”, ed. Wiley-Vch, Weinham 2009.
 [2] J. Nelson “ The Physics of Solar Cells” ed. Imperial College Press, London, 2009.
 [3] <http://pveducation.org>

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

Ewa Popko ewa.popko@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Laboratorium fotoogniw
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA WPPT
 I SPECJALNOŚCI Inżynieria kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W04, K1INK_W08, K1INK_W09, K1INK_W13	C1	Wy1-Wy15	1-4
PEK_W02	K1INK_W04, K1INK_W08, K1INK_W09, K1INK_W11, K1INK_W13	C1	Wy1-Wy15 L1-L9	1-6
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U08 - K1INK_U11, K1INK_U13	C1	Wy1-Wy15	1-4
PEK_U02	K1INK_U08 - K1INK_U11, K1INK_U13	C2	L1-L9	3-6
PEK_U03	K1INK_U07	C1,C2,C3	L1-L9, Wy1-Wy15	1-6
PEK_U04	K1INK_U11	C1,C2,C3	L1-L9,	1-6
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01 - K1INK_K03 K1INK_K05 - K1INK_K07	C4	L1-L9	3-6
PEK_K02	K1INK_K01 - K1INK_K03 K1INK_K05 - K1INK_K07	C1	L1-L9, Wy1- Wy15	1-6

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: OPTYKA NIELINIOWA – PODSTAWY I ZASTOSOWANIA	
Nazwa w języku angielskim: Nonlinear optics – fundamentals and applications	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa (INK)	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	FTP001004W
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy i opanowanie pojęć z zakresu nieliniowych zjawisk optycznych
- C2 Nabycie wiedzy z zakresu teorii nieliniowego oddziaływania światła z materią
- C3 Poznanie zjawisk i głównych metod badań materii za pomocą laserowych wiązek światła o bardzo dużych natężeniach i krótkich czasach trwania
- C3 Poznanie podstawowych mechanizmów na poziomie mikroskopowym tłumaczących liniowe i nieliniowe oddziaływanie fali elektromagnetycznej z materią
- C4 Nabycie umiejętności posługiwania się rachunkiem tensorowym przy opisie nieliniowych zjawisk optycznych
- C5 Poznanie podstaw nowej dyscypliny związanej z nieliniową optyką: plazmoniki

C6 Poznanie zjawisk zachodzących w kryształach fotonicznych, metamateriałach i materiałach plazmonicznych
 C7 Opanowanie umiejętności wyszukiwania informacji i studiowania literatury z zakresu fotoniki, fotowoltaiki, plazmoniki i optyki nieliniowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 ma pogłębioną wiedzę w zakresie podstawowych zagadnień i sformułowań nieliniowej optyki
 PEK_W02 rozumie prawa rządzące nieliniowym oddziaływaniem światła z materią na poziomie mikroskopowym i makroskopowym
 PEK_W03 zna i rozpoznaje nieliniowe zjawiska optyczne drugorzędowe i trzeciorzędowe
 PEK_W04 zna i rozumie podstawy plazmoniki, kryształów fotonicznych i metamateriałów

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 potrafi zaproponować i wybrać materiał optyczny do spełnienia konkretnej funkcji z zakresu drugo- i trzeciorzędowych efektów optycznych
 PEK_U02 umie zaproponować funkcjonalny materiał optyczny
 PEK_U03 umie wskazać jakie cechy nowych materiałów optycznych da się łatwo modyfikować wykorzystując efekty optycznie nieliniowe.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
 PEK_K02 ma znajomość ważności i roli światła w codziennym życiu oraz materiałów z nim oddziałujących w sposób nieliniowy dla tworzenia ekonomicznych i przyjaznych człowiekowi urządzeń

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Propagacja światła w liniowym ośrodku optycznym.	2
Wy2	Model oscylatora harmonicznego dla opisu liniowych procesów optycznych	2
Wy3	Nieliniowy ośrodek optyczny, polaryzacja, nieliniowe podatności optyczne	2
Wy4	Fenomenologiczny opis nieliniowych procesów optycznych drugiego rzędu	2
Wy5	Fenomenologiczny opis nieliniowych procesów optycznych trzeciego rzędu	2
Wy6	Parametryczne i nieparametryczne procesy optyczne	2
Wy7	Równania fal sprzężonych	2
Wy8	Generacja drugiej harmonicznej (SHG) a dopasowanie fazowe	2
Wy9	Nieliniowy współczynnik załamania – optyczny efekt Kerra	2
Wy10	Procesy samo-oddziaływania światła	2
Wy11	Podstawy fizyki kryształów fotonicznych i ich wytwarzanie	2
Wy12	Materiały lewoskrętne optycznie - metamateriały	2

Wy13	Wstęp do plazmoniki – polartony plazmonowe	2
Wy14	Wybrane zastosowania plazmonów powierzchniowych	2
Wy15	Podsumowanie – zaliczenie przedmiotu	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
Ćw5		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykłady problemowy – metoda tradycyjna, prezentacje multimedialne (N1)
2. Konsultacje (N2)
3. Praca własna – przygotowanie do wykładu z literatury naukowej (N3)

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 PEK_K02	Kolokwium zaliczeniowe: 5 pytań problemowych ocenianych na maksymalnie 10 pkt każde; Najlepszy student może otrzymać ocenę cel (5.5) 3.0 - 20-30 3.5 - 31-35 4.0 - 36-40 4.5 - 41-45 5.0 - 46-50
		Suma punktów > 20 na ocenę dostateczną
P = P1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] B.E. A. Saleh, M. C. Teich, "Fundamentals of Photonics", Wiley, New York, 1999
[2] P. N. Prasad, "Nanophotonics", Wiley-Interscience, New Jersey, 2004
[3] Pavel Chmela, "Wprowadzenie do optyki nieliniowej", PWN, Warszawa 1987
[4] A. Yariv, P. Yeh, "Optical waves in crystals", Wiley 1984
[5] F. Kaczmarek, "Wstęp do fizyki laserów", PWN, Warszawa 1986
[6] S. Kielich, "Molekularna optyka nieliniowa", PWN Warszawa, 1977
[7] F. Capolino, "Theory and Phenomena of Metamaterials" CRC Press 2009

[8] S. A. Maier, „Plasmonics Fundamentals and Applications” Springer 2007

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Czasopisma z dziedziny fotoniki
2. Artykuły z czasopism naukowych dostępne w Centrum Wiedzy Politechniki Wrocławskiej Photonics journal

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

Prof. dr hab. inż. Andrzej Miniewicz, andrzej.miniewicz@pwr.edu.pl, pok. 401 e, A-3

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU:
OPTYKA NIELINIOWA – PODSTAWY I ZASTOSOWANIA
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU: INŻYNIERIA KWANTOWA**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K11NK_W02	C1, C2, C3, C4	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_W02	K1INK_W01	C1, C2, C3, C4	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_W03	K1INK_W04	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_W04	K1INK_W04	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U09	C1, C2, C3, C4, C5, C7	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_U02	K1INK_U04	C5, C6	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_U03	K1INK_U01	C5, C6	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K01	C1, C2, C3, C4, C7	Wy1- Wy15	N1-N3
PEK_K02	K1INK_K06	C1, C2, C3, C4, C7	Wy1- Wy15	N1-N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI I WYDZIAŁ
INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA
(wykład w j. polskim i angielskim)

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim Wstęp do informatyki kwantowej

Nazwa w języku angielskim Introduction to quantum information processing

Kierunek studiów (jeśli dotyczy) Inżynieria kwantowa

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu INP001006W,C

Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30			
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	0,5			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu mechaniki kwantowej I i II
2. Wiedza z zakresu optyki geometrycznej i falowej i elektrodynamiki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z kwantowym podejściem do przetwarzania informacji
C2 Opanowanie wybranych aspektów informatyki kwantowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Zna różnice między informatyką klasyczną a kwantową, zna koncepcje kwantowego pomiaru

PEK_W02 Rozumie zasady kwantowego przetwarzania informacji – qubit, splątanie kwantowe, iloczyn tensorowy, reprezentacja Schmidta, teleportacja kwantowa

PEK_W03 Zna schematy bramek kwantowych i zasady algorytmiki kwantowej, zna zasady kryptografii kwantowej

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi analizować stany splątane i posługiwać się macierzami gęstości

PEK_U02 Potrafi opisać bramki kwantowe i związane twierdzenia informatyki kwantowej

PEK_U03 Potrafi opisać algorytmy QKD kryptografii kwantowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Orientuje się w bardzo nowoczesnej dziedzinie fizyki kwantowej – informatyki kwantowej

PEK_K02 Potrafi określić wpływ nowoczesnej fizyki na informatykę i inne dziedziny

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe własności informacji klasycznej i informacji kwantowej	2
Wy2	Pomiar von Neumanna, superwybór Żurka	2
Wy3	Twierdzenia <i>No-cloning</i> , <i>No-broadcasting</i> , <i>No-deleting</i>	2
Wy4	Splątanie kwantowe, iloczyn tensorowy	2
Wy5	Macierz gęstości dla stanu czystego i mieszanego	2
Wy6	Reprezentacja Schmidta, liczba Schmidta	2
Wy7	Geometria qubitów – sfera Blocha	2
Wy8	Ewolucja w czasie macierzy gęstości, ewolucja unitarna na sferze Blocha	2
Wy9	Dekoherencja fazowa i amplitudowa	2
Wy10	Sterowanie qubitem – oscylacje Rabiego	2
Wy11	Bramki logiczne jednoqubitowe	2
Wy12	Bramki dwuqubitowe, twierdzenie o uniwersalnej bramce dwuqubitowej	2
Wy13	Stany splątane Bella, supergęste kodowanie	2
Wy14	Kwantowy protokół teleportacji	2
Wy15	Zarys kryptografii kwantowej	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Elementy mechaniki kwantowej dla kwantowej informatyki	6
Ćw2	Algebra unitarnych operatorów jednoqubitowych, macierze Pauliego	4
Ćw3	Algebra unitarnych operatorów dwuqubitowych	6
Ćw4	Kwantowa transformata Fouriera	4

Ćw5	Protokoły kwantowe – teleportacja, algorytmy kwantowe	6
Ćw6	Kwantowy algorytm faktoryzacji	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny
 N2. Rozbudowane komentarze i konsultacje dodatkowe dla zainteresowanych studentów
 N3. Skrypt do wykładu
 N4. Ćwiczenia rachunkowe
 N5. Demonstracja QKD w NLTK (Clavis II i Quelle)

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	kolokwium
F2	PEK_W02	kolokwium
F3	PEK_W03	zaliczenie ćwiczeń
P	PEK_W01-3,U01-3,K01-2	Egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *Wstęp do informatyki kwantowej i kwantowej kryptografii*, W. Jacak, W. Donderowicz, J. Jacak, L. Jacak, Oficyna Wyd. PWr. 2011
 [2] *Dekoherencja orbitalnych i spinowych stopni swobody w kropkach kwantowych* W. Jacak, J. Krasnyj, R. Gonczarek, L. Jacak, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław, 2010.
 [3] *Quantum Computation and Information* M. A. Nielsen, I. L. Chuang, Cambridge UP, Cambridge, 2000.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] *The Physics of Quantum Information*, D. Bouwmeester, A. Ekert, A. Zeilinger, Springer, Berlin, 2000.
 [2] *Quantum information and computation*, J. Preskill, Lecture Notes for Phys., <http://www.theory.caltech.edu/preskill/ph229>, 1998.
 [3] W. Jacak, L. Jacak, W. Donderowicz, *Introduction to Quantum Information and Communication*, Printpap, Łódź, 2011. ISBN 987-83-62098-91-0

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

Dr inż. Witold Jacak, witold.aleksander.jacak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Plazmonika nanostruktur metalicznych
Nazwa w języku angielskim	Plasmonics of metallic nanostructures
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotuFTP002059
Grupa kursów	NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
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)					
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. Mechanika kwantowa I i II
2. Fizyka/teoria ciała stałego
3. Wstępne elementy teorii funkcji Greena

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z nową dziedziną – plazmoniką pod kątem zastosowań fotowoltaicznych
- C2 Zapoznanie studentów z plazmoniką pod kątem poddyfrakcyjnych zastosowań plazmono-polaritonów w nano-plazmonice

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 zna sformułowanie teorii metali Landaua, zarys mikroskopowej teorii cieczy Fermiego w ujęciu funkcji Greena i teorii RPA Pinesa i Bohma
- PEK_W02 zna i rozumie opis plazmonów w układzie rozciąglonym i ekranowanie ładunku Thomasa Fermiego oraz opis plazmonów powierzchniowych i objętościowych w nanocząstkach metalicznych
- PEK_W03 zna teorie promieniowania plazmonów w nanocząstkach metalicznych w bliskim i w dalekim polu, tarcie Lorentza i przekaz energii od plazmonów do innego układu elektrycznego w bliskim polu
- PEK_W04 zna teorie kolektywnych wzbudzeń plazmono-polarytonowych w łańcuchu nanocząstek metalicznych i jej zastosowania

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 potrafi zidentyfikować wzbudzenia w metalu w ograniczonej geometrii, w tym plazmony, potrafi zidentyfikować plazmonikę i jej relacje z fotoniką poddyfrakcyjną i plazmonową fotowoltaiką
- PEK_U02 potrafi przygotować i zreferować zagadnienia z plazmoniki w oparciu o literaturę naukową

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
- PEK_K02 posiada rozeznanie w nowoczesnych dziedzinach plazmono-fotonicznych w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie nowych zagadnień

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura pasmowa kryształów, twierdzenie Blocha, metale, izolatory, półprzewodniki, półmetale	2
Wy2	Teoria kinetyczna Landaua metali w stanie normalnym, amplitudy Landaua, masa efektywna kwazicząstek na powierzchni Fermiego	2
Wy3	Mikroskopowa teoria cieczy Fermiego – zarys	2
Wy4	Wzbudzenia dalekie od powierzchni Fermiego – plazmony objętościowe w metalu rozciąglonym – teoria RPA (<i>Random Phase Approximation</i>) Pinesa Bohma	2
Wy5	Ekranowanie ładunków w metalu, model Thomasa-Fermiego	2
Wy6	Teoria RPA plazmonów w nanocząstce metalicznej, równania dynamiki dla plazmonów powierzchniowych i objętościowych w metalicznej sferycznej nanocząstce	4
Wy7	Uwzględnienie efektów <i>spill-out</i> i kwantowe efekty w małych klastrach metalicznych	2
Wy8	Mody powierzchniowe typu Mie i objętościowe w dużych sferycznych nanocząstkach (dla Ag, Au i Cu, promienie 5-80 nm)	2
Wy9	Tłumienie plazmonów w dużych nanocząstkach metalicznych i w małych klastrach, efekty rozproszeniowe i radiacyjne – <i>crossover</i> tłumienia w zależności od promienia sfery, tarcie Lorentza	2
Wy10	Straty promieniste plazmonów powierzchniowych w bliskiej strefie	2

	promieniowania z odbiornikiem energii w tej strefie – np. półprzewodnikowym podłożem lub inną nanocząstką metaliczną	
Wy11	Plazmonowy efekt gigantycznego wzmocnienia kwantowej efektywności foto-woltaicznej półprzewodnika metalicznie modyfikowanego w nano-skali, zastosowanie złotej reguły Fermiego – mechanizm mikroskopowy, nowa generacja baterii słonecznych	2
Wy12	Kolektywne wzbudzenia plazmonów powierzchniowych w uporządkowanych nano-strukturach metalicznych – plazmono-polarytony	2
Wy13	Tłumienie plazmono polarytonów, dalekozasięgowe mody,	2
Wy14	Nieliniowa teoria plazmono-polarytonów w łańcuchu nanocząstek metalicznych	2
Wy15	Radiacyjnie nietłumione mody plazmono-polarytonowe w strukturach metalicznych, bezstratne falowody plazmoniczne	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny
N2. Dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów
N3. Skrypt dostosowany do wykładu

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		
F2		
F3		
P	PEK_W01-4,U01-2,K01-2	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D. Pines, *Elementary Excitations in Solids*, ABP Perseus Books, Massachusetts, 1999
- [3] J. Jacak, J. Krasnyj, W. Jacak, R. Gonczarek, A. Chepok, and L. Jacak. *Surface and volume plasmons in metallic nanospheres in semiclassical RPA-type approach; near-field coupling of surface plasmons with semiconductor substrate*. *Phys. Rev. B*, 82:035418, 2010
- [4] L. D. Landau and E. M. Lifshitz. *Field Theory*. Nauka, Moscow, 1973
- [5] W. Jacak, J. Krasnyj, J. Jacak, A. Chepok, L. Jacak, W. Donderowicz, D. Hu, and D. Schaadt. *Undamped energy transport by collective surface plasmon oscillations along metallic nanosphere chain*. *J. Appl. Phys.*, 108:084304, 2010
- [6] Skrypt do wykładu

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] V. V. Kresin. *Collective resonances and response properties of electrons in metal clusters*. *Phys. Rep.*, 220:1, 1992.
- [2] M. Brack. *The physics of simple metal clusters: self-consistent jellium model and semiclassical approaches*. *Rev. of Mod. Phys.*, 65:667, 1993.
- [3] W. Jacak, J. Krasnyj, J. Jacak, R. Gonczarek, A. Chepok, L. Jacak, D. Hu, and D. Schaadt. *Radius dependent shift of surface plasmon frequency in large metallic nanospheres: theory and experiment*. *J. Appl. Phys.*, 107:124317, 2010.
- [4] C. F. Bohren and D. R. Huffman. *Absorption and Scattering of Light by Small Particles*. Wiley, New York, 1983.

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

Prof. dr hab. inż. Lucjan Jacak, lucjan.jacak@pwr.wroc.pl
Dr inż. Witold Jacak, witold.aleksander.jacak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ PPT

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim** Wstęp do optyki kwantowej**Nazwa w języku angielskim** Introduction to Quantum Optics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** inżynieria kwantowa**Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** Wybieralny**Kod przedmiotu** FTP001007WC**Grupa kursów** TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

2. Wiedza w zakresie mechaniki kwantowej
3. Wiedza matematyczna w zakresie analizy matematycznej i podstaw algebry

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przekazanie wiedzy na temat podstaw optyki kwantowej
- C2 Przegląd wybranych zastosowań optyki kwantowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada podstawową wiedzę na temat kwantowego opisu promieniowania i jego oddziaływania z materią

PEK_W02 Ma poszerzoną wiedzę pozwalającą zrozumieć zjawiska kwantowe w zakresie oddziaływania światła z materią oraz ich zastosowania w informatyce kwantowej i w innych technologiach kwantowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi analizować zjawiska optyki kwantowej wykorzystując poznane metody opisu teoretycznego, a także dokonywać ich analizy jakościowej i ilościowej, oraz weryfikować prawidłowość otrzymanywnych wyników

PEK_U02 Posiada umiejętność samodzielnego uczenia się, również z krytycznym wykorzystaniem literatury, baz danych oraz innych źródeł, a także potrafi integrować i weryfikować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie na temat zjawisk optyki kwantowej i jej zastosowań

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy, rozumie potrzebę dalszego kształcenia i poszerzenia kompetencji

PEK_K02 Wykazuje kreatywność w rozwiązywaniu zagadnień i problemów fizycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Optyka klasyczna - powtórzenie	3
Wy2	Przejścia promieniste – opis fenomenologiczny	3
Wy3	Statystyka fotonów	4
Wy4	Grupowanie i antygrupowanie fotonów	4
Wy5	Światło koherentne i ścięśnione	4
Wy6	Stany własne liczby fotonów	4
Wy7	Oddziaływanie światła z materią: opis półklasyczny	4
Wy8	Oddziaływanie światła z materią: opis kwantowy	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład informacyjny wspomagany materiałem graficznym z elementami dyskusji problemowej

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	PEK_W01,02, PEK_U01,02 PEK_K01,02	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> M. Fox, <i>Quantum Optics. An Introduction</i> (Oxford 2006)
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> M. O. Scully, M. S. Zubairy, <i>Quantum Optics</i> (Cambridge 1997) C.C. Gerry, P.L. Knight, <i>Wstęp do optyki kwantowej</i> (PWN 2007) Stanisław Kryszewski, <i>Quantum Optics</i> , http://iftia9.univ.gda.pl/~sjk/QO-SK.pdf R. Tanaś, <i>Wykłady z optyki kwantowej</i> , http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanas/optkwant.pdf
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL) Paweł Machnikowski, Pawel.Machnikowski@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Wstęp do optyki kwantowej
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU inżynieria kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PE_W01	K1INK_W04	C1,C2	Wy1-8	1
PE_W02	K1INK_W06	C2,C2	Wy1-8	1
PE_U01	K1INK_U04	C2,C2	Wy1-8	1
PE_U02	K1INK_U06,08,12	C2,C2	Wy1-8	1
PE_K01	K1INK_K01,05	C1,C2	Wy1-8	1
PE_K02	K1INK_K07	C1,C2	Wy1-8	1

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Metody symulacji fotoogniw
Nazwa w języku angielskim	Methods of solar cells simulations
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	FTP001009L
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	-		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	-		60		
Forma zaliczenia	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	-		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	-		1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu podstaw Fizyki Współczesnej oraz elementów Fizyki Ciała Stałego i Fizyki Półprzewodników.
2. Wiedza z zakresu podstaw dotyczących półprzewodników i fotowoltaiki.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie umiejętności symulowania pracy fotoogniwa.
 C2 Nabycie umiejętności projektowania fotoogniwa.
 C3 Nabycie umiejętności analizy otrzymanych wyników.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Zna i rozumie parametry fizyczne materiałów bazowych stosowanych w ogniwach słonecznych (np. stała dielektryczna, koncentracja nośników swobodnych, powinowactwo elektronowe, przerwa energetyczna)

PEK_W02 Zna i rozumie podstawowe parametry opisujące pracę ogniw słonecznych (np. sprawność, prąd zwarcia, napięcie rozwarcia, współczynnik wypełnienia)

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi obsłużyć program do symulacji fotoogniw (np. PC1D, SimWin)

PEK_U02 Potrafi zasymulować pracę fotoogniwa

PEK_U03 Potrafi zinterpretować wyniki symulacji

PEK_U04 Potrafi zaprojektować fotoogniwo wykorzystując program do symulacji fotoogniw

PEK_U05 Potrafi napisać raport z wykonanych symulacji

PEK_U06 Potrafi korzystać z literatury naukowej dotyczącej fotoogniw

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania samodzielnie.

PEK_K02 Rozumie potrzebę samokształcenia

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
L1	Wprowadzenie do zajęć, omówienie sposobu zaliczenia kursu.	1
L2	Wstęp do Matlaba cz. 1 – bariera potencjału	2
L3	Wstęp do Matlaba cz. 2 - ruchliwość i przewodność w półprzewodniku	2
L4	Analityczne rozwiązanie równania Poissona dla złącza p-n	2
L5	Numeryczne rozwiązanie równania Poissona dla złącza metal-półprzewodnik	2
L6	Zastosowania równania Poissona w eksperymencie	2
L7	Wyznaczanie grubości cienkich warstw na podstawie pomiaru odbicia	2
L8	Model dwudiodowy ogniwa słonecznego	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Program do symulacji fotoogniw - Matlab.

N2 E-materiały do laboratorium umieszczone w Internecie.

N3 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.

N4 Praca własna – przygotowanie do laboratorium, wykonanie raportów

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_U02, PEK_U03, PEK_U04, PEK_U05, PEK_U06, PEK_K01, PEK_K02	Raporty z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U03, PEK_K01	Aktywność na zajęciach
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1 z uwzględnieniem F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] E. Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
 [2] <http://pveducation.org/>
 [3] <https://www.engineering.unsw.edu.au/energy-engineering/pc1d-software-for-modelling-a-solar-cell>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Tom Markvart and Luis Castaner, “Practical Handbook of Photovoltaics. Fundamentals and Applications”, Elsevier, 2003
 [2] Antonio L. Luque Viacheslav M. Andreev, “Concentrator Photovoltaics”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007

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

dr inż. Katarzyna Gwóźdź katarzyna.r.gwozdz@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Metody symulacji fotoogniw
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe** *	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W08	C2, C3	L1-L8	1-4
PEK_W02	K1INK_W04, K1INK_W09	C2	L1-L8	1-4
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U03	C1	L1-L8	1-4
PEK_U02	K1INK_U03	C1, C2	L1-L8	1-4
PEK_U03	K1INK_U11	C3	L1-L8	1-4
PEK_U04	K1INK_U06	C2	L1-L8	1-4
PEK_U05	K1INK_U11	C3	L1-L8	1-4
PEK_U06	K1INK_U06	C1-C3	L1-L8	1-4
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K03	C1-C3	L1-L8	1-4
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K05	C1-C3	L1-L8	1-4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wstęp do teorii przejść fazowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Introduction to phase transitions
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczeniowy *
Kod przedmiotu	FZP001233W
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
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

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. analizy matematycznej i algebry
2. termodynamiki i fizyki statystycznej

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Uzyskanie wiedzy dotyczącej faz materii i oraz przejść pomiędzy nimi
- C2. Nabycie umiejętności analizy charakteru przejść fazowych
- C3. Nabywanie i utrwalanie świadomości znaczenia uniwersalności w zjawiskach i teoriach fizycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01- wiedza dotycząca stanów materii oraz natury przejść pomiędzy nimi

PEU_W02 - znajomość efektów zachowania krytycznego w układach klasycznych i kwantowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - umiejętność stosowania metod analizy stabilności faz układów fizycznych

PEU_U02 - umiejętność klasyfikowania przejść fazowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia

PEU_K02 - rozumienia znaczenia nowych idei w nauce

PEU_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Fazy materii i przejścia pomiędzy nimi	2
Wy2	W poszukiwaniu uniwersalności	2
Wy3	Diagramy fazowe, parametry porządku	2
Wy4	Hipoteza skalowania	2
Wy5	Przejścia fazowe ciągłe i nieciągłe	2
Wy6	Przybliżenie pola średniego, przejście w modelu Isinga	2
Wy7	Teoria przejść fazowych Landaua	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	30

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_K01, PEU_K02, PEU_U01, PEU_U02	Zaliczenie na ocenę
P=F1 (ocena z wykładu)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. J. Binney, N. J. Dowrick, A. J. Fisher, M. E. J. Newman, "Zjawiska krytyczne. Wstąpienie do grupy renormalizacji", PWN Warszawa (1998)
- [2] Jean Zinn-Justin "Phase Transitions and Renormalization Group" Oxford University

Press (2007)

- [3] H. Eugene Stanley, "Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena", Oxford University Press (1987)
- [4] Hidetoshi Nishimori, Gerardo Ortiz, "Elements of Phase Transitions and Critical Phenomena", Oxford University Press (2015)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Igor Herbut, "A Modern Approach to Critical Phenomena" Cambridge University Press (2007)
- [2] Krystyna Lukierska-Walasek, „Wstęp do teoriopólowej grupy renormalizacyjnej w zastosowaniu do przejść fazowych”, UKSW (2018)

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

Maciej Maśka, maciej.maśka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI, Instytut Fizyki
(wykład w j. polskim)

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim Kryptografia kwantowa
Nazwa w języku angielskim Quantum Cryptography
Kierunek studiów (jeśli dotyczy) Inżyniera kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu INP001008W
Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu mechaniki kwantowej I i II
2. Wprowadzenie do informatyki kwantowej
3. Matematyka: algebra i analiza

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z głównymi ideami bezpieczeństwa informatycznego
 C2 Zapoznanie studentów z nowymi technologiami kwantowymi kryptografii kwantowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Rozeznanie w dziedzinie bezpieczeństwa systemów informatycznych

PEK_W02 Rozeznanie w obecnym stanie zaawansowania kryptografii kwantowej

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Praktyczna wiedza i umiejętności w zakresie bezpieczeństwa informatycznego

PEK_U02 Praktyczne umiejętności w zakresie zaawansowanej technologii kryptografii kwantowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Orientuje się w zakresie zastosowań fizyki kwantowej do przetwarzania i ochrony informacji

PEK_K02 Orientuje się w najnowocześniejszym obszarze kwantowych technologii

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowy kryptologii, kryptografia i kryptoanaliza, klasyfikacja kryptosystemów, definicje i przykłady, przegląd wybranych aspektów teorii informacji i komunikacji, kanał publiczny i prywatny	2
Wy2	Przegląd zasadniczych koncepcji miary informacji klasycznej i kwantowej, entropia, twierdzenia Shannona	2
Wy3	Symetryczna i asymetryczna kryptografia, paradygmat bezwarunkowo bezpiecznego protokołu (Vernam, OTP), problem dystrybucji klucza	2
Wy4	<i>Public key infrastructure</i> (PKI), praktyczne współczesne protokoły kryptograficzne (DH, RSA, AES), <i>ISO/OSI networking layers model</i> , <i>TCP/IP Internet protocols stack</i>	2
Wy5	Główne idee kwantowych pomiarów i kwantowego przetwarzania informacji, uogólniony pomiar i POVM, <i>no-cloning</i> , <i>no-deleting</i> , <i>no-broadcasting</i> dla QIP, idea kwantowej dystrybucji klucza - <i>quantum key distribution</i> (QKD)	2
Wy6	<i>Quantum key distribution</i> (QKD) analiza protokołu BB84, potencjalne ataki, klasyczne kodowanie qubitów, bazy nieortogonalne, przypadkowy wybór bazy	2
Wy7	Warstwy kwantowa i klasyczna QKD, przesiewanie klucza, destylacja, wzmocnienie prywatności, schematy korekty (Cascade), funkcje hashujące, pomiary ilościowe (QBER, RKER), P2P ograniczenie QKD i ograniczenia zasięgu w wyniku dekoherencji	2
Wy8	Niesplątaniowa kryptografia, BB84 i B92, istotne podzespoły implementacji (komórki Pockelsa, <i>polarizing beam splitters</i> , interferometr Macha-Zehndera, źródła i detektory lawinowe ADD (<i>avalanche diode detectors</i>))	2
Wy9	Zastosowanie splątania do kryptografii kwantowej, paradoks EPR, naruszenie nierówności Bella, QKD a QSDC (<i>Quantum Secure Direct Communication</i>), LOCC (<i>Local Operation Classical Communication</i>), teoretyczne miary splątania (liczba Schmidta, entropia von Neumann), eksperyment Aspecta, wytwarzanie splątanych fotonów w kryształach nieliniowych BBO (<i>parametric down-conversion</i>)	2

Wy10	Splątaniowa kryptografia – protokół E91, protokół QSDC <i>superdense coding protocol</i> , stany GHZ (Greenberger, Horne, Zeilinger), destylacja, puryfikacja i korekta w systemach splątaniowych, kwantowy <i>repeater</i> i uogólnienia teleportacji	2
Wy11	Fizyczne realizacje protokołów QKD I QSDC; klasyfikacja ataków; bezpieczeństwo kwantowej kryptografii	2
Wy12	System Clavis II (NLTK) – praktyczna realizacja bezsplątaniowej procedury QKD	2
Wy13	System EPR S405 Quelle (NLTK) – praktyczna realizacja splątaniowej QKD	2
Wy14	Światłowodowy kanał kwantowy i <i>open air</i> komunikacja kwantowa, podstawowe elementy i aspekty softwarowe	2
Wy15	Praktyczne zastosowania metropolitalne, perspektywy i oceny, zastosowanie ciągłych stopni swobody do kodowania qubitów mobilnych	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Pr1	Demonstracja systemu Clavis II (NLTK)	4
Pr2	Analiza warstwy fizycznej Clavis II	6
Pr3	Analiza warstwy softwarowej Clavis II	6
Pr4	Demonstracja systemu EPR S405 Quelle (NLTK)	4
Pr5	Analiza warstwy fizycznej Quelle	6
Pr6	Analiza warstwy softwarowej Quelle	4
Pr7	Praktyczna realizacja QKD na obu systemach	6
Pr8	Testowanie ciemnego kanału kwantowego w konfiguracji światłowodowej i <i>open air</i>	9
	Suma godzin	45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny N2. Demonstracje i testowanie systemów QKD w NLTK N4. Studia literaturowe i realizacja projektu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
---	--------------------------	---

koniec semestru)		
F1	PEK_WO1, PEK_WO2	prezentacja seminarium (zaliczenie na stopień)
F2	PEK_U01, PEK_U02	zakończenie laboratorium (zaliczenie na stopień)
P	PEK_WO1, PEK_WO2	egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M. A. Nielsen and I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge UP, Cambridge, 2000.
- [2] D. Bouwmeester, A. Ekert, and A. Zeilinger, *The Physics of Quantum Information*, Springer, Berlin, 2000.
- [3] M. Jacak, I. Jóźwiak, J. Jacak, J. Gruber, W. Jacak, *Introduction to quantum cryptography*, Oficyna Wydawnicza PWR, wrocław 2013 (in Polish)
- [4] N. Gisin, G. Ribordy, W. Tittel, and H. Zbinden, *Quantum cryptography*, *Rev. Mod. Phys.* **75**, p. 145, 2002.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] current literature in journals in the field of QKD
- [2] A. K. Ekert, *Quantum cryptography based on Bell's theorem*, *Phys. Rev. Lett.* **67**, p. 661, 1991.
- [3] W. K. Wootters and W. H. Żurek, *A single quantum cannot be cloned*, *Nature* **299**, p. 802, 1982.
- [4] C. H. Bennett and G. Brassard, *Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing*, *Proceedings of the IEEE International Conference on Computers, Systems, and Signal Processing*, p. 175, 1984.

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

Dr inż. Witold Jacak, witold.aleksander.jacak@pwr.wroc.pl, Prof. Lucjan Jacak, lucjan.jacak@pwr.wroc.p, Dr inż. Janusz Jacak, janusz.jacak@pwr.wroc.pl

**WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Kwantowy efekt Halla
Nazwa w języku angielskim: Quantum Hall effect
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: FZP001094
Grupa kursów

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	2				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
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				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zdobycie wiedzy o wybranych aspektach współczesnej fizyki materii skondensowanej (m.in.: układy niskowymiarowe, układy silnie skorelowane, kwantowe stany materii)

C2 Zdobycie wiedzy o podstawach opisu teoretycznego kwantowego efektu Halla (w tym: teoria złożonych fermionów)

C3 Nabycie umiejętności modelowania matematycznego zagadnień fizyki materii skondensowanej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna najważniejsze zjawiska obserwowane w układach silnie skorelowanych

PEK_W02 zna podstawy opisu teoretycznego kwantowego efektu Halla
Z zakresu umiejętności: PEK_U01 potrafi szacować i wyliczać podstawowe własności układów skondensowanych PEK_U02 potrafi modelować wybrane zagadnienia fizyki materii skondensowanej
Z zakresu kompetencji społecznych: PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu PEK_K02 rozumie artykuły przeglądowe i wykłady na temat materii skondensowanej

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Przewodnictwo elektryczne w kryształach (model Drudego, prawo Ohma)	2
Wy2	Elektron w polu magnetycznym – opis klasyczny i kwantowy (siła Lorentza, Hamiltonian, pęd kinetyczny i uogólniony, translacje magnetyczne, poziomy Landaua)	2
Wy3	Elektron w skrzyżowanym polu elektrycznym i magnetycznym – opis klasyczny i kwantowy (klasyczny efekt Halla).	2
Wy4	Całkowity kwantowy efekt Halla (fakty eksperymentalne i opis fenomenologiczny)	2
Wy5	Aspekt topologiczny kwantowego efektu Halla (krzywizna przestrzeni stanów, liczba Cherna)	2
Wy6	Ułamkowy kwantowy efekt Halla (fakty eksperymentalne i opis fenomenologiczny)	2
Wy7	Model prądów brzegowych, argument Laughlina, stan Laughlina, ułamkowe kwazicząstki, eniony, statystyka kwantowa, grupa warkoczowa	2
Wy8	Transformacja Cherna-Simonsa	2
Wy9	Teoria złożonych fermionów, hierarchia stanów Jaina, wzbudzenia	2
Wy10	Stany oddziałujących złożonych fermionów, ciecz Moore-Reada'a	2
Wy11	Stany hallowskie ze spinem (symetria SU2)	2
Wy12	Kwantowy efekt Halla w grafenie, spin i pseudospin (symetria SU4)	2
Wy13	Izolatory topologiczne, fermiony Majorany	2
Wy14	Stany skorelowane na sieciach optycznych	2
Wy15	Stany topologiczne na sieciach, ułamkowy izolator Cherna	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykłady problemowe – metoda tradycyjna N2. Prezentacje (wykresy, animacje) N3. Konsultacje

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_U02	Egzamin pisemny.
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. K. Jain, *Composite Fermions* (Cambridge University Press, 2007)
- [2] Z. F. Ezawa, *Quantum Hall Effects: Field-Theoretical Approach and Related Topics* (World Scientific, 2ed, 2008)
- [3] T. Chakraborty, P. Pietilainen, *The Quantum Hall Effects: Fractional and Integral* (Springer, 2ed, 1995)
- [4] S. Das Sarma, A. Pinczuk (red.), *Perspectives in Quantum Hall Effects* (Wiley, 1997)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Artykuły naukowe i prace przeglądowe publikowane w bieżącej literaturze lub dostępne w Internecie

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

dr inż. Patrycja Łydźba, patrycja.lydzba@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim Fizyka kropek kwantowych	
Nazwa w języku angielskim Physics of quantum dots	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Obowiązkowy
Kod przedmiotu	FZP001093W
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
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 kontaktu (BK)	2				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza w zakresie podstaw mechaniki kwantowej
2. Wiedza w zakresie podstaw fizyki ciała stałego
3. Wiedza matematyczna w zakresie analizy matematycznej i podstaw algebry

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przekazanie wiedzy na temat podstawowych własności kropek kwantowych
 C2 Przegląd wybranych zastosowań kropek kwantowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada podstawową wiedzę na temat fizycznych własności kropek kwantowych i ich zastosowań

PEK_W02 Ma poszerzoną wiedzę pozwalającą zrozumieć zjawiska kwantowe zachodzące w kropkach kwantowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi analizować własności kropek kwantowych wykorzystując poznane metody opisu teoretycznego, a także dokonywać jakościowej i ilościowej analizy wyników eksperymentów oraz weryfikować prawidłowość otrzymywanych wyników

PEK_U02 Posiada umiejętność samodzielnego uczenia się, również z krytycznym wykorzystaniem literatury, baz danych oraz innych źródeł, a także potrafi integrować i weryfikować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie na temat fizycznych własności kropek kwantowych i ich zastosowań

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy, rozumie potrzebę dalszego kształcenia i poszerzania kompetencji

PEK_K02 Wykazuje kreatywność w rozwiązywaniu zagadnień i problemów fizycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie: metody wytwarzania i klasyfikacja kropek kwantowych	2
Wy2	Metoda k.p i przybliżenie funkcji obwiedniowej. Lekkie i ciężkie dziury. Mieszanie pasm.	3
Wy3	Podstawowe własności stanów jednocząstkowych w modelu jednopasmowym. Hamiltonian Focka-Darwina	3
Wy4	Przejścia wewnątrz- i międzypasmowe. Reguły wyboru.	2
Wy5	Spektroskopia liniowa i nieliniowa kropek kwantowych: luminescencja, pobudzanie luminescencji, spektroskopia fotoprądowa, pump-probe, four-wave mixing, spektroskopia korelacyjna.	3
Wy6	Oddziaływania kulombowskie. Kompleksy kilkucząstkowe (eksycytony, bieksycytony, triony, itd.).	3
Wy7	Dekoherencja: oddziaływanie z fononami i spinami jądrowymi.	3
Wy8	Półklasyczna optyka kwantowa: Optyczne sterowanie stanami ładunkowymi i spinowymi.	3
Wy9	Optyka kwantowa: Kropki kwantowe w rezonatorach i strukturach fotonicznych; rezonansowa fluorescencja.	3
Wy10	Podwójne kropki kwantowe.	2
Wy11	Zastosowania: lasery, emitery pojedynczych i splątanych fotonów, pamięci spinowe, kubity na kropkach kwantowych.	3
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
--

N1. Wykład informacyjny wspomagany materiałem graficznym z elementami dyskusji problemowej
--

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	PEK_W01,02, PEK_U01,02 PEK_K01,02	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

LITERATURA PODSTAWOWA:

L. Jacak, P. Hawrylak, A. Wójs, *Kropki kwantowe* (Oficyna PWr 1996)
H. Haug, S.W. Koch, *Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors* (World Scientific 2004)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Artykuły w czasopismach naukowych

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

Paweł Machnikowski, Pawel.Machnikowski@pwr.edu.pl
--

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Wstęp do optyki kwantowej
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU inżynieria kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PE_W01	K1INK_W04	C1,C2	Wy1-8	1
PE_W02	K1INK_W06	C2,C2	Wy1-8	1
PE_U01	K1INK_U04	C2,C2	Wy1-8	1
PE_U02	K1INK_U06,08,12	C2,C2	Wy1-8	1
PE_K01	K1INK_K01,05	C1,C2	Wy1-8	1
PE_K02	K1INK_K07	C1,C2	Wy1-8	1

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	Wstęp do projektu NLTK I
Nazwa w języku angielskim:	Introductory to the project NLTK I
Kierunek studiów:	Inżynieria kwantowa
Specjalność:	
Stopień studiów i forma:	I; stacjonarne
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowe
Kod przedmiotu	FTP001014W
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Znajomość podstaw fizycznych działania fotoprzewodników półprzewodnikowych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zaznajomienie studentów z zasadą działania ogniw I, II i III generacji, aktualnym stanem wiedzy w dziedzinie fotowoltaiki i perspektywami rozwoju.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna perspektywy rozwoju fotowoltaiki oraz podstawy fizyczne działania fotoogniw I, II i III generacji,

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne działania fotoogniw I, II i III generacji oraz
PEK_U02 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę samokształcenia

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Fotoogniwa krzemowe krystaliczne i amorficzne. Wytwarzanie i właściwości.	4
Wy2	Fotoogniwa cienkowarstwowe na bazie CdTe oraz Cu(In,Ga)Se ₂	2
Wy3	Fotoogniwa wielozłączowe	2
Wy4	Półprzewodniki organiczne.	2
Wy5	Fotoogniwa organiczne i polimerowe.	2
Wy6	Jak poprawić wydajność ogniw słonecznych?	2
Wy 7	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	15

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 testu zaliczeniowego

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	Aktywność na wykładzie
F2	PEK_W01	Test zaliczeniowy
P1=F2 z uwzględnieniem F 1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Materiały do wykładu i do laboratorium, dostępne poprzez internet : www.if.pwr.wroc.pl/~popko

[2] E.Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC

[3] E.Płaczek-Popko, „Laboratorium Fotoogniw” Skrypt DBC

[4] E.Jarzębski „Energia słoneczna” 1990.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] P.Wurfel „Physics of Solar Cells”, ed. Wiley-Vch, Weinham 2009.

[2] J.Nelson “ The Physics of Solar Cells” ed. Imperial College Press, London, 2009.

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

Ewa Popko ewa.popko@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Seminarium dyplomowe	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Diploma seminar	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I stopień / stacjonarna	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy	
Kod przedmiotu FTP002012S	
Grupa kursów NIE	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					90
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	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)					1

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student posiada zaawansowaną wiedzę i umiejętności z fizyki kwantowej ze szczególnym uwzględnieniem fizyki materii skondensowanej, technologii informatycznych i fotowoltaiki.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przygotowanie do obrony pracy dyplomowej.
C2 Kontrola realizacji pracy dyplomowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 znajomość podstawowych modeli i metod fizyki

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 umiejętność przygotowania i przedstawienia prezentacji

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 umiejętność organizacji pracy, realizacji działań zgodnie z etyką zawodową

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wstępna prezentacja tematów i modeli (układów pomiarowych) stosowanych w przygotowanych rozpraw magisterskich uczestników seminarium. Dyskusja w grupie seminaryjnej nt. stanu wiedzy literaturowej i założonej koncepcji rozwiązania stawianych sobie problemów, składających się na pracę dyplomową.	10
Se2	Wstępna prezentacja wyników pracy dyplomowej.	10
Se3	Prezentacja ukończonej pracy dyplomowej	8
Se4	Dyskusja w grupie seminaryjnej dotycząca sposobu prezentacji pracy dyplomowej.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja

N2. Praca własna studenta - przygotowanie do seminarium

N3. Dyskusja dotycząca prezentacji

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	W01,U01,K01	ocena prezentacji i wykładu informacyjnego bądź problemowego przygotowanego przez studenta
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

[1] Literatura naukowa dotycząca tematyki seminarium
--

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

[1] Literatura naukowa dotycząca tematyki seminarium
--

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

Ryszard Gonczarek (ryszard.gonczarek@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	Projekt NLTK I
Nazwa w języku angielskim:	Project NLTK I
Kierunek studiów:	Inżynieria kwantowa
Specjalność:	
Stopień studiów i forma:	I; stacjonarne
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowe
Kod przedmiotu	FT001015P
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
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 kontaktu (BK)				1.5	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Znajomość podstaw fizycznych działania fotoprzetworników półprzewodnikowych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zaznajomienie studentów z podstawami fizycznymi działania fotoogniwa.
- C2 Poznanie metodyki pomiarów najważniejszych parametrów charakteryzujących fotoogniwa
- C3 Realizacja projektu i jego pisemne opracowanie
- C4 Nabycie umiejętności pracy w zespole

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie do laboratorium. Omówienie układu Symulatora Słońca i układu do pomiaru charakterystyk spektralnych Bentham.	2
Pr2	Bateria słoneczna. Pomiar charakterystyki widmowej wydajności kwantowej w warunkach bez i z „light bias” w układzie Bentham	4
Pr3	Bateria słoneczna. Pomiar charakterystyki C-V-T. Wyznaczenie bariery potencjału na złączu. Badanie wpływu stanów powierzchniowych na parametry baterii.	4
Pr4	Spektroskopia DLTS defektów w fotoogniwach.	8
Pr5	Wyznaczenie podstawowych parametrów dla fotoogniw amorficznych, polimerowych, cienkowarstwowych itd. przy użyciu Symulatora Słońca	4
Pr6	Ogniwo słoneczne. Spektroskopia impedancyjna, modelowanie układu zastępczego fotoogniwa.	4
Pr7	Odróbka zajęć	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 E-materiały do wykładu umieszczone w Internecie. N2 Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną. N3 Praca własna – przygotowanie do laboratorium i opracowanie projektu N4 Instrukcje – wstęp teoretyczny do ćwiczeń laboratoryjnych/projektu N5 Instrukcje robocze do układów pomiarowych

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_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04 PEK_K01, PEK_K02,	Odpowiedź ustna w trakcie realizacji pomiarów i pisemny projekt
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Materiały do laboratorium, dostępne poprzez internet : www.if.pwr.wroc.pl/~popko
- [2] E.Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
- [3] E.Płaczek-Popko, „Laboratorium Fotoogniw” Skrypt DBC
- [4] E.Jarzębski „Energia słoneczna” 1990.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] P.Wurfel „Physics of Solar Cells”, ed. Wiley-Vch, Weinham 2009.
- [2] J.Nelson “ The Physics of Solar Cells” ed. Imperial College Press, London, 2009.

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

Ewa Popko ewa.popko@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: Wstęp do Fizyki Dielektryków	
Nazwa w języku angielskim: Introduction to Physics of Dielectrics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	FZP001092W
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
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)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Kompetencje w zakresie podstaw analizy matematycznej algebry, fizyki ogólnej oraz podstaw fizyki ciała stałego.
2. Kompetencje w zakresie prowadzenia pomiarów fizycznych, opracowania i prezentacji wyników pomiarów
3. Kompetencje w zakresie statystycznej analizy wyników pomiarów oraz szacowania niepewności pomiarów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy w zakresie opisu podstawowych wielkości charakteryzujących dielektryki.
 C2 Nabycie wiedzy w zakresie mechanizmów dyspersji przenikalności elektrycznej oraz wpływu pola lokalnego na procesy relaksacji w dielektrykach.
 C3. Nabycie wiedzy i umiejętności uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne w zakresie metod

pomiarów pojemności i zespolonej przenikalności elektrycznej.

C4. Nabycie wiedzy w zakresie fenomenologicznego opisu właściwości fizycznych dielektryków, ferroelektryków i multiferroików, relacji między tymi wielkościami oraz ich związku z symetrią materiału.

C5. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie opisu właściwości elektromechanicznych materiałów, metod pomiarowych oraz zastosowań tych zjawisk w nauce i technice.

C6. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie opisu i mechanizmów polaryzacji spontanicznej, zjawiska piroelektrycznego i efektu elektrokalorycznego, oraz metod ich badania i przykładów zastosowań w szczególności piroelektrycznych detektorów promieniowania podczerwonego i termowizji.

C7. Nabycie wiedzy w zakresie klasyfikacji i opisu właściwości fizycznych dielektryków w otoczeniu przemian fazowych.

C8. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie opisu i mechanizmów ferroelektrycznych przemian fazowych.

C9. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie mechanizmów i opisu izostrukturnalnych przemian fazowych, zjawisk krytycznych i ponadkrytycznych.

C10. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie mechanizmów i opisu właściwości piezoelektrycznych i deformacji spontanicznej ferroelektryków, metod ich badania i przykładów zastosowań.

C11. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie opisu właściwości dielektryków polarnych w warunkach wysokich ciśnień oraz metodyki badań ciśnieniowych.

C12. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie opisu i metod badania właściwości termicznych materiałów ferroicznych i multiferroicznych.

C13. Nabycie wiedzy w zakresie opisu i metod badań optycznych materiałów ferroicznych, w szczególności zjawisk elektrooptycznych Pockelsa i Kerra.

C14. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie opisu i metod badania oraz zastosowań nieliniowych właściwości optycznych ferroików.

C15. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie metod otrzymywania i badania efektów rozmiarowych w nanoferroelektrykach i nanokompozytach ferroelektrycznych otrzymywanych na bazie szkieł porowatych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – zna i rozumie pojęcia polaryzacji, przenikalności i podatności elektrycznej w postaci zespolonej, modułu elektrycznego oraz związku między tymi wielkościami

PEK_W02 – posiada wiedzę na temat mechanizmów relaksacji dielektrycznej oraz pola lokalnego, zna sposoby opisu i interelektrycznego

PEK_W03 – zna i rozumie zasady pomiaru pojemności i przenikalności elektrycznej oraz zastosowania metod pojemnościowych do pomiarów różnych wielkości fizycznych.

PEK_W04 – zna i rozumie relacje między właściwościami dielektryków, ferroików i multiferroików a w szczególności między zjawiskami sprzężonymi.

PEK_W05 – posiada wiedzę na temat opisu zjawiska piezoelektrycznego i elektrostrykcji, właściwości elektromechanicznych materiałów oraz metod ich badania i ich zastosowań w

nauce i technice.

PEK_W06 – posiada wiedzę na temat zjawiska piroelektrycznego, metod pomiaru tego zjawiska oraz zasady działania i przykładów zastosowań piroelektrycznych detektorów promieniowania podczerwonego.

PEK_W07 – posiada wiedzę na temat klasyfikacji przemian fazowych oraz osobliwości właściwości fizycznych materiałów w otoczeniu przemian fazowych.

PEK_W08 – posiada wiedzę na temat opisu i klasyfikacji ferroelektryków oraz mechanizmów ferroelektrycznych przemian fazowych.

PEK_W09 – zna i rozumie mechanizmy i opis ferroelektrycznych przemian fazowych pierwszego rodzaju, zjawisk krytycznych, trójkrytycznych i izostrukuralnych przemian fazowych.

PEK_W10 – zna specyfikę zjawiska piezoelektrycznego i elektrostrykcji w materiałach ferroelektrycznych oraz zjawiska deformacji spontanicznej i jej związku ze strukturą domenową i polaryzacją spontaniczną.

PEK_W11 – posiada wiedzę na temat wpływu ciśnienia i naprężeń mechanicznych na przemiany fazowe a w szczególności na przejścia fazowe i właściwości fizyczne ferroików, zna i rozumie metody badania właściwości fizycznych materiałów w warunkach wysokich ciśnień hydrostatycznych.

PEK_W12 – posiada wiedzę na temat opisu i metod pomiaru właściwości termicznych materiałów w szczególności materiałów ferroicznych oraz związku tych właściwości z mechanizmami i charakterystykami przemian fazowych.

PEK_W13 – posiada pogłębioną wiedzę na temat właściwości optycznych ferroików a w szczególności właściwości Pockelsa i Kerra.

PEK_W14 - posiada wiedzę na temat optycznych zjawisk nieliniowych, związku tych właściwości z polaryzacją spontaniczną, strukturą domenową oraz metod badania i zastosowań tych właściwości.

PEK_W15 – posiada wiedzę w zakresie efektów rozmiarowych w materiałach ferroicznych, metod otrzymywania i badania nanokompozytów ferroicznych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – potrafi opisać i zinterpretować pojęcia stosowane do opisu właściwości dielektryków w szczególności zespoloną postać przenikalności, podatności elektrycznej oraz modułu elektrycznego i tensorowego charakteru tych wielkości.

PEK_U02 – potrafi zinterpretować różne formy prezentacji zjawiska dyspersji i relaksacji dielektrycznej oraz zaproponować sposób opisu i interpretacji wyników badań eksperymentalnych.

PEK_U03 – potrafi wykonać pomiary pojemności i przenikalności elektrycznej oraz zaproponować sposoby pomiarów różnych wielkości fizycznych z wykorzystaniem metod pojemnościowych.

PEK_U04 – potrafi zaproponować i wykonać pomiary właściwości fizycznych niezbędnych do charakteryzacji różnego typu materiałów: dielektryków liniowych, piezoelektryków, ferroików i multiferroików.

PEK_U05 – potrafi wykonać badania właściwości piezoelektryków oraz zastosować materiały i metody piezoelektryczne w różnych dziedzinach nauki i techniki.

PEK_U06 – potrafi wykonać badania podstawowych właściwości ferroelektryków, zinterpretować wyniki pomiarów materiałów ferroelektrycznych i zaproponować sposoby ich opisu oraz zastosowań praktycznych.

PEK_U07 – potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu przemian fazowych do wyjaśnienia i opisu

zjawisk zachodzących w przyrodzie, zastosowania przemian fazowych w energetyce oraz działaniu różnego typu urządzeń.

PEK_U08 – potrafi wykorzystać wiedzę na temat różnego typu ferroicznych przemian fazowych do wyjaśnienia zjawisk zachodzących w różnego typu materiałach oraz zaproponować ich praktyczne zastosowania.

PEK_U09 – potrafi opisać specyfikę właściwości fizycznych i zinterpretować wyniki badań materiałów wykazujących ferroiczne przemiany fazowe pierwszego rodzaju, przemiany izostrukuralne oraz zjawiska krytyczne.

PEK_U10 – potrafi opisać właściwości piezoelektryczne i deformację spontaniczną różnego typu ferroelektryków oraz wykorzystać specyfikę tych właściwości do rozwiązywania wybranych problemów naukowych i technicznych.

PEK_U11 – potrafi wykonać i zinterpretować pomiary właściwości fizycznych różnego typu materiałów w warunkach wysokich ciśnień.

PEK_U12 – potrafi wykonać pomiary właściwości termicznych materiałów (kalorymetryczne dylatometryczne i przewodności cieplnej) i zinterpretować ich wyniki.

PEK_U13 – potrafi wykonać badania oraz opisać właściwości optyczne materiałów ferroicznych, w szczególności elektrooptycznych zjawisk Pockelsa i Kerra.

PEK_U14 – potrafi opisać metody badań optycznych efektów nieliniowych oraz zaproponować zastosowania tych właściwości do rozwiązywania wybranych problemów naukowych i technicznych.

PEK_U15 – potrafi zaproponować metodykę otrzymywania nanomateriałów nanoferroicznych i kompozytów multiferoicznych, metody ich badania oraz interpretacji wyników pomiarów.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie

PEK_K02 potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, także kierownicze

PEK_K03 potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, potrafi określić priorytety służące realizacji określonego zadania

PEK_K04 jest świadom własnych ograniczeń i wie, kiedy zwrócić się do ekspertów

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład	Liczba godzin	
Wy1	1. Dielektryk w stałym i zmiennym polu elektrycznym – podstawowe pojęcia i definicje. Przenikalność elektryczna jako tensor, zespolona postać przenikalności elektrycznej, moduł elektryczny.	2
Wy2	Dyspersja i absorpcja rezonansowa, pole lokalne, makroskopowy model dyspersji Debye'a.	2
Wy3	Metody pomiaru pojemności i przenikalności elektrycznej oraz przykłady zastosowania tych metod do badania innych wielkości fizycznych a w szczególności kontroli nanopozycjonerów.	2
Wy4	Termodynamika dielektryków i multiferroików, rozwinięcia liniowe oraz tożsamości Maxwella. Związki między właściwościami fizycznymi dielektryków, zjawiska	2

	sprężone.	
Wy5	Proste i odwrotne zjawisko piezoelektryczne i elektrostrykcja – sposoby opisu oraz związek z symetrią kryształów, metody badania i przykłady zastosowań zjawiska piezoelektrycznego w optyce i nanotechnologii.	2
Wy6	Dielektryki polarne polaryzacja spontaniczna, zjawisko piroelektryczne i elektrokaloryczne, metody badania i przykłady zastosowań, piroelektryczne detektory promieniowania podczerwonego i przetworniki energii cieplnej na elektryczną małej mocy.	2
Wy7	Przemiany fazowe, klasyfikacje przemian fazowych, anomalie własności fizycznych w otoczeniu przemian fazowych.	2
Wy8	Ferroelektryczne przejścia fazowe, klasyfikacje i sposoby opisu. Właściwości fizyczne ferroelektryków wykazujących przemiany fazowe drugiego rodzaju.	2
Wy9	Ferroelektryczne przejścia fazowe pierwszego rodzaju – opis fenomenologiczny, temperatury charakterystyczne, przemiany krytyczne, izostrukuralne przemiany fazowe.	2
Wy10	Właściwości piezoelektryczne ferroelektryków, ferroelektryki centrosymetryczne i niecentrosymetryczne w fazie paraelektrycznej, deformacja spontaniczna i rozszerzalność termiczna.	2
Wy11	Wpływ ciśnienia hydrostatycznego na ferroelektryczne przejścia fazowe, równania Clapeyrona–Clausiusa i Ehrenfesta, metody badań właściwości fizycznych materiałów w warunkach wysokich ciśnień i naprężeń.	2
Wy12	Metody opisu i badania właściwości termicznych ferroelektryków, kalorymetria, dylatometria i przewodność cieplna.	2
Wy13	Właściwości optyczne ferroelektryków, dwójłomność spontaniczna i wymuszona, zjawiska Pockelsa i Kerra.	2
Wy14	Zastosowania zjawisk elektrooptycznych do sterowania wiązką światła. Elementy optyki nieliniowej: generacja drugiej harmonicznej i optyczne mieszanie częstości.	2
Wy15	Efekty rozmiarowe w ferroelektrykach, kompozyty ferroelektryczne i multiferroelektryczne	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji, slajdów, demonstracji i pokazów praw/zjawisk fizycznych.
N2. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego.
N3. Konsultacje

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 (wykład)		Kolokwium pisemno-ustne

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

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

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

Prof. dr hab. Ryszard Poprawski ryszard.poprawski@pwr.edu.pl
Dr inż. Adam Sieradzki adam.sieradzki@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Wstęp do Fizyki Dielektryków
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe** *	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W01, K1INK_W02	C1	Wy1	N1, N2
PEK_W02	K1INK_W01, K1INK_W02	C2	Wy2	N1, N2
PEK_W03	K1INK_W01, K1INK_W08, K1INK_W09	C3	Wy3	N1, N2
PEK_W04	K1INK_W01, K1INK_W02	C4	Wy4	N1, N2
PEK_W05	K1INK_W01, K1INK_W02, K1INK_W08, K1INK_W09	C5	Wy5	N1, N2
PEK_W06	K1INK_W01, K1INK_W02, K1INK_W08, K1INK_W09	C6	Wy6	N1, N2
PEK_W07	K1INK_W01, K1INK_W02, K1INK_W08	C7	Wy7	N1, N2
PEK_W08	K1INK_W01, K1INK_W02	C8	Wy8	N1, N2
PEK_W09	K1INK_W01, K1INK_W02	C9	Wy9	N1, N2
PEK_W10	K1INK_W01, K1INK_W02	C10	Wy10	N1, N2
PEK_W11	K1INK_W01, K1INK_W02, K1INK_W08	C11	Wy11	N1, N2
PEK_W12	K1INK_W01, K1INK_W02, K1INK_W08, K1INK_W09	C12	Wy12	N1, N2
PEK_W13	K1INK_W01, K1INK_W02, K1INK_W08	C13	Wy13	N1, N2
PEK_W14	K1INK_W01, K1INK_W02	C14	Wy14	N1, N2
PEK_W15	K1INK_W01, K1INK_W02, K1INK_W08	C15	Wy15	N1, N2
PEK_U01	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11,	C1	Wy1	N2, N3
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C2	Wy2	N2, N3
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U02, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U09, K1INK_U11	C3	Wy3	N2, N3
PEK_U04	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C4	Wy4	N2, N3
PEK_U05	K1INK_U01, K1INK_U02, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U09, K1INK_U11	C5	Wy5	N2, N3
PEK_U06	K1INK_U01, K1INK_U02, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U09, K1INK_U11	C6	Wy6	N2, N3
PEK_U07	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C7	Wy7	N2, N3

PEK_U08	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C8	Wy8	N2, N3
PEK_U09	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C9	Wy9	N2, N3
PEK_U10	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C10	Wy10	N2, N3
PEK_U11	K1INK_U01, K1INK_U02, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U09, K1INK_U11	C11	Wy11	N2, N3
PEK_U12	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C12	Wy12	N2, N3
PEK_U13	K1INK_U01, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U11	C13	Wy13	N2, N3
PEK_U14	K1INK_U01, K1INK_U02, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U09, K1INK_U11	C14	Wy14	N2, N3
PEK_U15	K1INK_U01, K1INK_U02, K1INK_U04, K1INK_U06, K1INK_U09, K1INK_U11	C15	Wy15	N2, N3
PEK_K01	K1INK_K01, K1INK_K04, K1INK_K05, K1INK_K07	C1-C15	Wy1-Wy15	N2
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K04, K1INK_K05, K1INK_K07	C1-C15	Wy1-Wy15	N2
PEK_K03	K1INK_K05, K1INK_K07	C1-C15	Wy1-Wy15	N2
PEK_K04	K1INK_K01, K1INK_K04, K1INK_K05, K1INK_K07	C1-C15	Wy1-Wy15	N2

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim ...FAZY GEOMETRYCZNE W UKŁADACH
KWANTOWYCH

Nazwa w języku angielskim ...GEOMETRIC PHASES IN QUANTUM SYSTEMS

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...INŻYNIERIA KWANTOWA

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: I, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu: FZP001100W

Grupa kursów NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
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. Znajomość: fizyki na poziomie ogólnym, podstaw mechaniki kwantowej, fizyki ciała stałego.
2. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z topologicznymi efektami w ciele stałym.
- C2. Zapoznanie z elementami topologii algebraicznej, efektami krzywizny przestrzeni, geometrycznymi polami cechowania.
- C3. Zapoznanie z zastosowaniami efektów topologicznych w elektronice, spintronice, kwantowej informatyce.
- C4. Nabycie umiejętności zidentyfikowania, zdefiniowania i rozwiązania problemów z fizyki ciała stałego i inżynierii kwantowej, w których istotną rolę odgrywa topologia.
- C5. Nabycie umiejętności pozyskiwania fachowej informacji, syntetycznego opracowania problemu, jego prezentacji pisemnej jak i medialnej, używając profesjonalnych pojęć i języka.
- C6. Wzbudzić i utrwalić poczucie misji wykorzystywania najnowszych osiągnięć nauk podstawowych w inżynierii kwantowej celem budowy społeczeństwa technologicznego. To wymaga wpajania nawyku ciągłego uaktualniania swojej wiedzy i podwyższania kompetencji, jak również kreatywności i przedsiębiorczości.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 zna elementy topologii algebraicznej, elementy geometrii przestrzeni zakrzywionej, pola cechowania.
- PEK_W02 zna fazę geometryczną Berriego.
- PEK_W03 zna geometryczne kwantowanie, używające form Cherna-Simonsa.
- PEK_W04 zna kwantowe efekty Halla(całkowity, ułamkowy, anomalny, spinowy, nieabelowy) i topologiczne izolatory.
- PEK_W05 zna unikalne własności materiałów bazujących na węglu, grafen.
- PEK_W06 zna efekty topologiczne w fizyce ciała stałego.
- PEK_W07 zna zastosowania efektów topologicznych w elektronice, optoelektronice, spintronice, informatyce kwantowej; inżynierii kwantowej.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 potrafi określić rodzaj wzbudzeń topologicznych(WT) w układzie w oparciu o symetrię i parametr porządku; potrafi zbadać własności układu z WT używając efektywnego działania z geometrycznymi polami cechowania.
- PEK_U02 potrafi zidentyfikować fazy Berry'ego, określić ich koneksję, przewidzieć i opisać ilościowo efekty, które one wywołują.
- PEK_U03 potrafi opisać ilościowo efekty Halla i izolatory topologiczne.
- PEK_U04 posiada umiejętność wykonania syntetycznego opracowania zagadnień z efektów topologicznych.
- PEK_U05 posiada umiejętność prezentacji własnych opracowań, również w języku angielskim, przy użyciu środków multimedialnych.
- PEK_U06 posiada umiejętność pozyskiwania kwalifikowanej informacji o efektach topologicznych w ciele stałym.
- PEK_U07 posiada umiejętność podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych w tym

<p>fachowej wiedzy.</p> <p>PEK_U08 posiada umiejętność zidentyfikowania i rozwiązania problemu z nietrywialną topologią, posługując się fachowymi pojęciami, potrafi komunikować się z fachowcami posługując się profesjonalnymi pojęciami i fachowym językiem.</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych</p> <p>PEK_K01(05,06,07) ma poczucie misji inżyniera ulepszającego rzeczywistość w oparciu o najnowsze osiągnięcia nauki co wymaga ciągłego uaktualniania swojej wiedzy oraz kreatywności i przedsiębiorczości.</p>
--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wzbudzenia topologiczne: parametr porządku, przestrzeń zwyrodnienia; przykłady: XY model, ciekły kryształ, ferromagnetyk, szkło spinowe; półprzewodniki magnetyczne.	2
Wy2	Topologia przestrzeni zwyrodnienia: grupa fundamentalna, pierwsza grupa homotopii, ładunek topologiczny; liniowe wzbudzenia topologiczne: abelowe i nieabelowe wiry magnetyczne, dyslokacje, dysklinacje; pamięć magnetyczna.	2
Wy3	Wzbudzenia topologiczne o wyższej grupie homotopii: monopol, odwzorowanie Hopfa.	2
Wy4	Relatywna homotopia: łączenie i rozpad wzbudzeń topologicznych, splątanie liniowych wzbudzeń topologicznych. Topologiczna informatyka kwantowa.	2
Wy5	Stopień odwzorowania, różniczka zewnętrzna, całkowalne formy różniczkowe, formy Wess-Zumino i Chern-Simons'a.	2
Wy6	Koneksja na przestrzeni zwyrodnienia, pole cechowania, geometryczne pole magnetyczne.	2
Wy7	Efekt Aharonov'a-Bohm'a, ułamkowe statystyki.	2
Wy8	Całkowity, kwantowy efekt Halla, geometryczne kwantowanie przewodnictwa, topologiczny inwariant Chern-Simonsa.	2
Wy9	Ułamkowy, kwantowy efekt Halla: efektywny model Chern-Simonsa, kompozycyjne fermiony, ułamkowy ładunek.	2
Wy10	Faza Berriego: Faza Berriego elektronów w stanie Blocha; faza Berriego w spintronice, optoelektronice.	2
Wy11	Topologiczne izolatory: kwantowy anomalny efekt Halla(KAEH) i kwantowy spinowy efekt Halla(KSEH).	2
Wy12	Topologiczne izolatory: stany krawędziowe w KAEH i HSEH.	2
Wy13	Grafen- Weyl semi-metal: punkty diaboliczne, mody zerowe, punkty Fermiego.	2
Wy14	Kwantowe splątanie: entropia splątania, kwantowa holografia; kwantowa kryptografia.	2
Wy15	Nieabelowy efekt Halla a kwantowa informatyka.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład (na transparentach)
N2. prezentacje(komputer, rzutnik)

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_W01-07 PEK_U01-08	prezentacja
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D.J. Thouless, „Topological quantum numbers in nonrelativistic Physics”, World Scientific, 1998.
- [2] A.Bohm, A.Mostafazadeh, H.Koizumi, Q.Niu, J. Zwanziger, „The geometric phase in quantum systems”, Springer, 2003.
- [3] S.Blugel, D. Burgler, M. Morgenstern, C.M. Schneider, R. Waser, eds., „Spintronics- from GMR to quantum information”, Lecture Notes of the 40th Spring School, 2009.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] E. Fradkin, „Field theories of condensed matter physics”, Cambridge University Press, 2013.

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

Paweł Rusek pawel.rusek@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
FAZY GEOMETRYCZNE W UKŁADACH KWANTOWYCH
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA KWANTOWA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W02,06	C2	Wy1-6,8	N1
PEK_W02	K1INK_W06	C1-3	Wy10	N1
PEK_W03	K1INK_W06	C1-3	Wy5	N1
PEK_W04	K1INK_W04,06	C1-4	Wy8,9,11,12,15	N1
PEK_W05	K1INK_W09	C1-4	Wy13	N1
PEK_W06	K1INK_W04,06	C1-3	Wy1,2,4,6,8-12,15	N1
PEK_W07	K1INK_W13	C3	Wy1,2,4,8-12,14,15	N1
PEK_U01	K1INK_U01	C4	Wy1-3,5,6,8-10,15	N1
PEK_U02	K1INK_U01	C4	Wy10	N1
PEK_U03	K1INK_U01	C4	Wy8,9,11,12,15	N1
PEK_U04	K1INK_U04	C5	Wy1,2,4,10,13,14	N1,2
PEK_U05	K1INK_U05	C5	Wy1,2,4,10,13,14	N1,2
PEK_U06	K1INK_U06	C5	Wy1,2,4,10,13,14	N1,2
PEK_U07	K1INK_U08	C5	Wy1,2,4,10,13,14	N1,2
PEK_U08	K1INK_U14	C5	Wy1,2,4,10,13,14	N1,2
PEK_K01	K1INK_K05,06,07	C6	Wy1-15	N1,2

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Teoria normalnej i nadciekłej cieczy Fermiego**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Theory of normal and superfluid Fermi liquid**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżyniera kwantowa**Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarne**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu** FZP001099W**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
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	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
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 mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej i elektrodynamiki oraz znajomość teorii funkcji Greena

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z obecnym stanem wiedzy z zakresu teorii cieczy Fermiego normalnej nadciekłej

C2 Osiągnięcie przez studentów klarownego poziomu wiedzy w zakresie mikroskopowej teorii metali i nadciekłego He3 oraz nadprzewodników

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01-wiedza dotycząca wielocząstkowych układów fermionowych normalnych i nadciekłych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - umiejętność stosowania metod kwantowej teorii pola (teorii funkcji Greena) w opisie cieczy Fermiego normalnej i nadciekłej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEU_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ciecz Fermiego – zdegenerowane ciecze kwantowe	2
Wy2	Teoria Landaua normalnej cieczy Fermiego; równanie kinetyczne Landaua	2
Wy3	Kwazicząstki Landaua i wzbudzenia kolektywne w normalnej cieczy Fermiego	2
Wy4	Teoria cieczy Fermiego w ujęciu funkcji Greena Matsubary	2
Wy5	Amplitudy Landaua a efektywny wierzchołek	2
Wy6	Funkcje Greena Matsubary dla układu nadciekłego – anomalne funkcje ze złamaną symetrią cechowania	2
Wy7	Nadciekła ciecz Fermiego ze sparowaniem s	2
Wy8	Nadciekła ciecz Fermiego ze sparowaniem p	2
Wy9	Nieliniowe efekty w teorii cieczy Fermiego – wprowadzenie	2
Wy10	Nieliniowe magnetyczne efekty Fermi-cieczowe w nadciekłej cieczy Fermiego typu s	2
Wy11	Metoda całkowania po operatorze masowym dla opisu przejść fazowych w układzie nadciekłym	2
Wy12	Niestabilność paramagnetyczna w s-sparowanej cieczy Fermiego i w p-sparowanej cieczy Fermiego	2
Wy13	Niestabilność prądowa w nadciekłej cieczy Fermiego typu s	2
Wy14	Niestabilność prądowa w nadciekłej cieczy Fermiego typu p	2
Wy15	Niejednorodne stany Fulde-Fellera-Łarkina-Ovchinnikowa w nadciekłej cieczy Fermiego	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład – forma tradycyjna.

N2. Konsultacje.

N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

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	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	Egzamin /zaliczenie na ocenę

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Lucjan Jacak, Mikroskopowa kwantowa teoria metali i układów nadciekłych, Skrypt PWr, 2019

[2] Lucjan Jacak, Nonlinear topics in theory of Fermi liquid, Monografia PWr 1988

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] Abrikosov, A. A., Gorkov, L. P., and Dzialoshinskii, I. E., Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics, Dover Publ. Inc., Dover (1975).

[2] Lifshitz, E. M. and Pitaevskii, L. P., Statisticeskaja fizika, czast 2, Nauka, Moskva (1978).

[3] Fetter, A. L. and Walecka, J. D., Quantum theory of multi-particle systems, PWN, Warszawa (1988).

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

Prof. dr hab. inż, Lucjan Jacak, lucjan.jacak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Teoria metali
Nazwa w języku angielskim	Theory of metals
Kierunek studiów:	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	FZP001097
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	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 kontaktu (BK)	1,5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej 1
2. metod matematycznych fizyki
3. podstaw fizyki ciała stałego
4. fizyki statystycznej

CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie wiedzy dotyczącej podstawowych własności fizycznych metali oraz cechujących je zjawisk fizycznych.

C2 Nabycie umiejętności formułowania i rozwiązywania podstawowych zagadnień dotyczących zjawisk fizycznych w metalach.

C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących potrzebę dalszego kształcenia oraz kreatywnego myślenia. Utrwalanie poczucia konieczności ciągłego rozwijania kompetencji zawodowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01- wiedza dotycząca struktury pasmowej metali.

PEK_W02 – wiedza dotycząca własności termodynamicznych metali.

PEK_W03 – wiedza dotycząca własności metali w stałym polu magnetycznym.

PEK_W04 – wiedza dotycząca własności metali w polu zmiennym polu magnetycznym.

PEK_W05 - wiedza dotycząca wybranych metod eksperymentalnych stosowanych do wyznaczania powierzchni Fermiego.

PEK_W06 – wiedza dotycząca zjawisk termoelektrycznych i galwanomagnetycznych.

PEK_W07- wiedza dotycząca zjawisk dwucząstkowych w metalach.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - umiejętność stosowania teoretycznych modeli w opisie własności elektronowych i fononowych metali.

PEK_U02 – umiejętność analizy zjawisk magnetycznych w metalach.

PEK_U03 – umiejętność kwaziklasycznego opisu zjawisk transportu w metalach.

PEK_U04 - umiejętność stosowania połączonej gęstości stanów w jakościowej analizie zjawisk dwucząstkowych w metalach.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEK_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEK_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura pasmowa metali, pasmo przewodnictwa.	2
Wy2	Silnie zdegenerowany gaz elektronów swobodnych w metalu.	2
Wy3	Elektronowe ciepło właściwe.	2
Wy4	Fonony akustyczne w przybliżeniu Debye'a. Fononowe ciepło właściwe. Prawo Dulonga-Petita.	2
Wy5	Elektrony w polu magnetycznym - kwantowanie poziomów	2

	energetycznych, degeneracja poziomów Landaua.	
Wy6	Kwant strumienia pola magnetycznego.	1
Wy7	Paramagnetyzm Pauliego. Diamagnetyzm Landaua.	3
Wy8	Efekt de Haasa - van Alphen. Efekt Szubnikowa – de Hassa. Metody badania powierzchni Fermiego.	4
Wy9	Metal w polu magnetycznym wysokiej częstotliwości. Efekt naskórkowy.	2
Wy10	Przewodnictwo metali. Prawo Wiedemanna-Franza.	2
Wy11	Zjawiska termoelektryczne.	2
Wy12	Zjawiska galwanomagnetyczne.	2
Wy13	Połączona gęstość stanów. Nesting powierzchni Fermiego.	2
Wy14	Oddziaływania dwucząstkowe – nadprzewodnictwo. Dynamika rozpraszania elektronów na domieszce – mikroskopia tunelowa.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład – forma tradycyjna.
N2. Konsultacje.
N3. Praca własna

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_W07 PEK_K01 ÷ PEK_K03 PEK_U01 ÷ PEK_U04	Udział w wykładach, praca własna, kolokwium, aktywność na zajęciach.
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|---|
| [1] N.W. Ashcroft, N.D. Mermin „Fizyka ciała stałego”, PWN 1986 |
| [2] A.A. Abrikosov „Fundamentals of the Theory of Metals”, North-Holland 1988 |
| [3] C. Kittel „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN 1976 |

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|--|
| [1] H. Ibach, H. Luth „Fizyka ciała stałego”, PWN 1996 |
| [2] J.M. Ziman „Wstęp do teorii ciała stałego”, PWN 1977 |

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

Grzegorz Harań, haran@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Teoria metali
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	Wy1-2	N1-N3
PEK_W02	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	Wy3-4	N1-N3
PEK_W03	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	Wy5-8	N1-N3
PEK_W04	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	Wy9	N1-N3
PEK_W05	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	Wy8	N1-N3
PEK_W06	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	Wy10-12	N1-N3
PEK_W07	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	Wy13-14	N1-N3
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy1-4	N1-N3
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy5-9	N1-N3
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy10-12	N1-N3
PEK_U04	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Wy13-14	N1-N3
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K07	C3	Wy1-14	N1-N3
PEK_K02	K1INK_K05	C3	Wy1-14	N1-N3
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	Wy1-14	N1-N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim Nanomagnetyzm i nadprzewodnictwo w nanoskali
 Nazwa w języku angielskim Nanomagnetism and nanoscale superconductivity
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy):
 Specjalność (jeśli dotyczy):
 Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~*
 Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ *
 Kod przedmiotu FZP001098W,S
 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				30
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (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 kontaktu (BK)	0,5				1

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Kompetencje w zakresie elementarnej znajomości mechaniki analitycznej i elektrodynamiki oraz fizyki kwantowej. Nie jest niezbędna znajomość fizyki ciała stałego w zakresie wykraczającym poza standardowy kurs fizyki ogólnej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, w zakresie:
- C1.1. struktury i dynamiki magnetyzacji w układach nanoskopowych,
 - C1.2. struktury i dynamiki stanu nadprzewodzącego w nanodrutach,
 - C1.3. Fizyki solitonów i fal nieliniowych,
 - C1.4. Przejść strukturalnych (fazowych) w układach niskowymiarowych, z naciskiem na klasyczne i kwantowe obiekty topologiczne: ściany domenowe, wiry i antywiry, stanowiące podstawę nowych technologii o istotnym stopniu zaawansowania.
- C2. Zdobycie umiejętności jakościowego rozumienia wybranych procesów i opisu fizycznego wybranych obiektów.
- C3. Nabycie kompetencji, umożliwiających samodzielną ocenę efektywności niektórych, istniejących technologii i możliwości ich usprawnienia.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA osoby która zaliczyła kurs

z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – zna znaczenie obiektów topologicznych; ścian domenowych, wirów i antywirów dla nowych nanotechnologii klasycznych i kwantowych

PEK_W02 – zna podstawy opisu dynamiki ferromagnetyków w nanoskali, w ramach idealizowanych modeli jedno- i dwuwymiarowych oraz symulacji numerycznych, podstawowe typy ścian domenowych w nanodrutach i nanowarstwach oraz wirów w nanowarstwach

PEK_W03 – zna podstawy opisu dynamiki stanu nadprzewodzącego w nanodrutach w obszarze krytycznym parametrów termodynamicznych, modele klasycznych i kwantowych uślizgów fazy („phase slips”)

PEK_W04 – zna pojęcia solitonu, solitonu topologicznego, solitonów jasnego i ciemnego, frontu fazowego, idee metody bezpośredniej (Hiroty) opisu solitonów.

PEK_W05 – zna mechanizmy topologicznych przejść strukturalnych: anihilacja (kreacja) pary kink-antykink lub wir-antwir (mechanizm Berezinskiego-Kosterlitz-Thoulessa) oraz anihilacja (kreacja) pary frontów fazowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – potrafi wykonać analizę asymptotyki klasycznych stanów dwusolitonowych (zderzeń solitonów)

PEK_U02 – potrafi wyznaczyć energię ściany domenowej (wiru) i pary ścian domenowych kink- antykink (pary wir-antwir) i oceniać stabilność tych obiektów

PEK_U03 – potrafi przeprowadzić kwantowanie układu z parą kanonicznie sprzężonych zmiennych faza-ładunek (faza-liczba cząstek)

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 – jest świadoma aktualnych problemów realizacji nowych nanotechnologii opartych na obiektach topologicznych w magnetykach i nadprzewodnikach

PEK_K02 – jest świadoma granic przydatności opisu analitycznego i możliwości modelowania numerycznego obiektów topologicznych w ferromagnetykach i nadprzewodnikach w nanoskali

PEK_K03 – podejmuje dyskusję potencjalnych możliwości nanotechnologii opartych na magnetykach i nadprzewodnikach

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedmiot zajęć: pojęcie ściany domenowej, wiru i antywiru (liczby topologiczne), obiekty topologiczne jako solitony, klasyczne i kwantowe przejścia fazowe w układach niskowymiarowych. Motywacja praktyczna: urządzenia spintroniczne na wirach magnetycznych i magnetycznych ścianach domenowych (nanooscylatory, super-gęsty zapis, realizacje logiki), q-bity na złączach Josephsona. Motywacja poznawcza: twierdzenia Mermin-	1

	Wagnera i Hohenberga, topologiczne przejścia fazowe (mechanizm Berezinskiego-Kosterlitz-Thoulessa, zjawiska bifurkacyjne).	
Wy2	Podstawowe oddziaływania spinowe w ferromagnetykach: wymienne, dipolowe, anizotropia jedno-jonowa, czynniki demagnetyzacji. Równanie Landau-Lifszycy-Gilberta w jednym wymiarze z anizotropią dwuosiową, rozwiązanie typu ściany domenowej, statyczne ściany domenowe (typu Neela i Blocha). Kręty transferu spinu: normalny i anomalny. Dynamika ściany domenowej w obecności podłużnego pola magnetycznego i/lub prądu elektrycznego.	2
Wy3	Objętościowe i powierzchniowe ładunki magnetyczne, potencjał magnetyczny. Równanie Landau-Lifszycy-Gilberta w dwóch wymiarach, rozwiązania typu ściany domenowej (Neela, Blocha, cross-tie), wiru i antywiru (Bielavina-Polyakova). Równanie Laplace'a w dwóch wymiarach (planarny model XY), rozwiązania typu ściany domenowej cross-tie, wiru i antywiru. Numeryczny mikromagnetyzm: symulacje struktury ścian domenowych w nanotaśmach i wirów/antywirów w nanokropkach ferromagnetycznych (proponycja: pakiet symulacyjny OOMMF).	2
Wy4	Energia ściany domenowej i energia wiru. Oddziaływania ścian domenowych i oddziaływania wirów. Anihilacja par kink-anty-kink (jednowymiarowy ferromagnetyk) oraz wir-antwir (planarny model XY). Symulacje zderzeń ścian domenowych w nanotaśmach (w obecności zewnętrznego pola magnetycznego): rola wirów i antywirów w strukturze ścian domenowych. Przejścia fazowe Berezinskiego-Kosterlitz-Thoulessa w planarnym modelu XY.	2
Wy5	Oddziaływanie Dzyaloshinskiego-Moriya w magnetykach chiralnych i w międzypowierzchniach magnetyk-podłoże. Równanie Landau-Lifszycy-Gilberta z członem Dzyaloshinskiego-Moriya, rozwiązanie typu skyrmionu, energia i stabilność skyrmionu. Monowarstwy magnetyków chiralnych, model podwójnej wymiany i ferromagnetyczny sigma model, rozwiązania typu skyrmionu i antiskyrmionu, sieci skyrmionów, fazy taśmowe. Symulacje atomistyczne skyrmionów (proponycja: pakiet symulacyjny VAMPIRE).	2
Wy6	Ściany domenowe w układach krytycznych. Dynamiczne równanie Ginzburga-Landau z zespolonym parametrem porządku (model XY) i równanie Grossa-Pitaevskiego w jednym wymiarze, rozwiązania typu ściany domenowej (Isinga, Blocha), para kink-anty-kink kontra ciemny soliton. Przejście strukturalne (bifurkacja) „Bloch-Ising”, fronty fazowe powyżej punktu bifurkacji, spontaniczna propagacja frontów faowych. Zastosowanie do nadprzewodników (ściany domenowe jako uślizgi fazy parametru porządku - „phase slips”), nadcięczy i układów reakcyjno-dyfuzyjnych (równanie Ginzburga-Landau z zespolonymi współczynnikami). Zjawiska bifurkacyjne w nadprzewodzących nanodrutach (skoki krzywej prądowo-napięciowej).	2
Wy7	Kwantowanie ścian domenowych w jednym wymiarze („quantum phase slips”); kanoniczne sprzężenie ładunku i fazy. Równoważność stanów wielu ścian domenowych i łańcuchów kwantowych złącz Josephsona. Q-bity i łańcuchy q-bitów na złączach Josephsona	2

	(kwantowanie ładunku i kwantowanie strumienia magnetycznego). Energia układu kwantowych ścian domenowych, przejście fazowe Berezinskiego-Kosterlitz-Thoulessa w układzie kwantowym.	
Wy8	Nadprzewodnictwo w nanotaśmach – oscylacje własności nadprzewodników z rozmiarami (poprzeczne kwantowanie ruchu parametru porządku). Rola prądu nadprzewodnictwa w opisie „uślizgów fazy” parametru porządku (teoria Langer-Ambegaokara) i w opisie kwantowych uślizgów fazy (teoria Zaikina-Golubieva). Przejście fazowe nadprzewodnik – izolator w krótkim drucie a realizacja q-bitu. Symulowacje numeryczne uślizgów fazy – rezultaty literaturowe.	2
	Suma godzin	15
Forma zajęć - seminarium		
Se1	Wybrane zastosowania równania sine-Gordon; fluksony w długich złączach Josephsona, samo-indukowana przezroczystość	2
Se2	Solitony na przykładzie równania sine-Gordon. Metoda Hiroty. Rozwiązania dwu-solitonowe: zderzenia solitonów, „breather”.	2
Se3	Solitony na przykładzie stacjonarnego równania sine-Gordon w dwóch wymiarach. Metoda Hiroty. Rozwiązania dwu-solitonowe: ściany domenowe, wiry, antywiry. Równanie Laplace’a jako przypadek graniczny.	2
Se4	Solitony w układach dyskretnych na przykładzie różniczkowo-różnicowego równania sine-Gordon. Metoda Hiroty dla równań różnicowych.	2
Se5	Wiry w układach dyskretnych na przykładzie różnicowego równania sine-Gordon.	2
Se6	Rozwiązania wielosolitonowe w formie wyznaczników Wrońskiego i pfaffianów typu-Wrońskiego, analogia do stanów wielo-fermionowych (wyznaczniki Slatera, pfaffiany), diagramy Mayi. Przykład: równanie sine-Gordon w jednym i dwóch wymiarach.	2
Se7	Kwantowanie równania sine-Gordon: kwantowe solitony optyczne i gaz fermionów w jednym wymiarze (Hallowskie stany krawędziowe)	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji
N2. Konsultacje
N3. Praca własna – samodzielne studia i 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
F	PEK_U01-PEK_U03	seminarium

P	PEK_W01 ÷ PEK_W05 PEK_U01 ÷ PEK_U03 PEK_K01 ÷ PEK_K03	egzamin pisemno-ustny
---	---	-----------------------

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA - Wykład

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Szewczyk, A. Wiśniewski, R. Puźniak, H. Szymczak, *Magnetyzm i nadprzewodnictwo*, PWN
- [2] J. Solyom, *Fundamentals of the Physics of Solids*, vol. 1 – Structure and Dynamics, Springer.
- [3] F. Altomare, A. M. Chang, *One-dimensional superconductivity in nanowires*, Wiley

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] H.-B. Braun, *Topological effects in nanomagnetism: from superparamagnetism to chiral quantum solitons*, Adv. Phys. 61 (2012) 1
- [2] M. Klaui, *Head-to-head domain walls in magnetic nanostructures*, J. Phys: Condens. Matter 20 (2008) 313001
- [3] S. Parkin, S.-H. Yang, *Memory on the racetrack*, Nat. Nanotechnology 10 (2015) 195
- [4] W. van Saarloos, P. C. Hohenberg, *Fronts, pulses, sources and sinks in generalized complex Ginzburg-Landau equations*, Physica D 56 (1992) 303
- [5] A. Janutka, *Complexes of domain walls in one-dimensional ferromagnets near and far from phase transition*, Acta Phys. Pol. A 124 (2013) 23
- [6] N. Nagaosa, Y. Tokura, *Topological properties and dynamics of magnetic skyrmions*, Nat. Nanotechnology 8 (2013) 899
- [7] M. Ezawa, *Compact merons and skyrmions in thin chiral magnetic films*, Phys. Rev. B 83 (2011) 100408(R)

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA - Seminarium

LITERATURA PODSTAWOWA:

- Se1: A Barone, F Esposito, CJ Magee, AC Scott, *Theory and applications of the sine-Gordon equation*, La Rivista del Nuovo Cimento 1 (1971) 227
- Se2: R. Hirota, *Exact Solution of the Sine-Gordon Equation for Multiple Collisions of Solitons*, J. Phys. Soc. Japan 33 (1972) 1459
- Se3: A. Nakamura, *Relation Between Certain Quasi-Vortex Solutions and Solitons of the Sine-Gordon Equation and Other Nonlinear Equations*, J. Phys. Soc. Japan 52 (1983) 1918
- Se4: S. Takeno, S. Homma, *A sine-lattice (sine-form discrete sine-Gordon) equation – one- and two-kink solutions and physical models*, J. Phys. Soc. Japan 55 (1986) 65
- Se5: S. Takeno, K. Hori, K. Ohtsuka, S. Homma, *Approximate (Asymptotically Exact) Solutions for Anharmonic Localized Modes and Vortex like Modes and Exact Static Vortex like Mode Solutions in the D-Dimensional Sine-Lattice Equation*, J. Phys. Soc. Japan 63 (1994) 1295,
- R. Hirota, *Discrete analogue of a generalized Toda equation*, J. Phys. Soc. Japan 50 (1981) 3785
- Se6: R. Hirota, *The direct method in soliton theory*, Cambridge Univ. Press,
- Se7: R. K. Bullough, M. Wadati, *Optical solitons and quantum solitons*, J. Opt. B

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- Se1: P. Maystre, M. Sargent III, *Elements of quantum optics*, Springer
- Se2, J. Rubinstein, *Sine-Gordon equation*, J. Math. Phys. 11 (1970) 258
- Se3: S. Takeno, *Multi-(Resonant-Soliton)-Soliton Solutions and Vortex-Like Solutions to Two- and Three-Dimensional Sine-Gordon Equations*, Prog. Theor. Phys. 68 (1982) 992,
R. Hirota, *Exact Solution of the Sine-Gordon Equation for Multiple Collisions of Solitons*, J. Phys. Soc. Japan 33 (1972) 1459
- Se4, Se5: R. Hirota, *Nonlinear partial difference equations III; discrete sine-Gordon equation*, J. Phys. Soc. Japan 43 (1977) 2079,
R. Hirota, *The direct method in soliton theory*, Cambridge Univ. Press
- Se7: P. B. Wiegmann, *One-dimensional Fermi system and plane xy model*, J. Phys. C 11 (1978) 1583

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

Andrzej Janutka, Andrzej.Janutka@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Nanomagnetyzm i nadprzewodnictwo w nanoskali
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**
 I SPECJALNOŚCI – **bez specjalności**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01	K1INK_W08	C1,C3	Wy1 – Wy8 Se1,Se7	N1,N3 N2,N3
PEK_W02	K1INK_W06, K1INK_W07, K1INK_W13	C1,C2,C3	Wy1-Wy5 Se1-Se6	N1,N2,N3 N2,N3
PEK_W03	K1INK_W06, K1INK_W07, K1INK_W08	C1,C2,C3	Wy1,Wy6-Wy8 Se2-Se7	N1,N2,N3 N2,N3
PEK_W04	K1INK_W02, K1INK_W06, K1INK_W13	C1,C2	Wy1-Wy7 Se2-Se7	N1,N3 N2,N3
PEK_W05	K1INK_W06, K1INK_W13	C1,C2	Wy1,Wy2- Wy4,Wy6,Wy7 Se7	N1,N3 N2,N3
PEK_U01	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U12	C1,C2	Wy4-Wy6 Se2,Se4	N1,N3 N2,N3
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U12	C1,C2	Wy2-Wy7 Se1-Se5,Se7	N1,N3 N2,N3
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U12	C1,C2	Wy7,Wy8 Se7	N1,N3 N2,N3
PEK_K01	K1INK_K01, K1INK_K05,	C1,C3	Wy1-Wy8 Se6,Se7	N1,N3 N2,N3
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K05	C1,C2,C3	Wy3-Wy5,Wy8 Se1,Se6,Se7	N1 N2
PEK_K03	K1INK_K06, K1INK_K07	C3	Wy1-Wy8 Se1-Se7	N1,N3 N2,N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim ...MAGNETYZM I SPINTRONIKA

Nazwa w języku angielskim MAGNETISM and SPINTRONICS

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...INŻYNIERIA KWANTOWA

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: I / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu FZP001095W

Grupa kursów NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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 kontaktu (BK)	1,5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość: fizyki na poziomie ogólnym, podstaw mechaniki kwantowej, fizyki ciała stałego.
2. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Zapoznanie z magnetyzmem układów o spinach zlokalizowanych, magnetyzmie skorelowanych elektronów oraz procesami transportu zależnymi od spinu, uwzględniając efekty topologiczne.

C2. Przedstawienie zastosowań magnetyzmu w spintronice i informatyce kwantowej.

C3. Nabycie umiejętności zidentyfikowania, zdefiniowania i rozwiązania problemów z magnetyzmu, spintroniki używając modeli mikroskopowych jak i opisu fenomenologicznego, uwzględniając efekty topologiczne. Umiejętność zastosowań magnetyzmu w spintronice i innych dziedzinach.

C4. Nabycie umiejętności pozyskiwania fachowej informacji, sporządzenia syntetycznego opracowania problemu, jego prezentacji pisemnej jak i medialnej, używając profesjonalnych pojęć i języka.

C5. Wzbudzić poczucie misji budowy społeczeństwa technologicznego, w którym inżynier organizuje i inspiruje grupy kreujące innowacyjne technologie, w oparciu o najnowszą wiedzę. To wymaga wpojenia nawyku ciągłego uaktualniania swojej wiedzy i podwyższania kompetencji, jak również kreatywności i przedsiębiorczości.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna magnetyzm spinów zlokalizowanych, magnetyzm elektronów wędrownych, magnetyzm metali oraz magnetyzm silnie zskorelowanych elektronów; zna rolę topologii w magnetyzmie; zna transport spinu w nanostrukturach; zna zastosowania magnetyzmu i spintroniki w elektronice, w metamateriałach, w przrenoszeniu, zapisie i gromadzeniu informacji w informatyce i informatyce kwantowej.

PEK_W02 zna rolę topologii w fizyce, w fizyce fazy skondensowanej, w szczególności w magnetyzmie i spintronice.

PEK_W03 zna procesy kwantowe układu elektronów, w regimie silnej korelacji elektronowych i spinowych stopni swobody z uwzględnieniem topologii.

PEK_W04 zna zastosowania spinowych stopni swobody i topologii do kwantowej informatyki.

PEK_W05 zna metody topologii używane w fizyce ciała stałego.

PEK_W06 zna własności grafenu.

PEK_W07 zna zastosowania magnetyzmu, spintroniki w elektronice, telekomunikacji, informatyce, optoelektronice, fotonice, woltaice, plazmonice, metrologii, medycynie(nieinwazyjne metody leczenia), biotechnologii, chemii(polimery).

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi zidentyfikować, zdefiniować i rozwiązać problem z magnetyzmu, spintroniki, używając opisu fenomenologicznego jak i mikroskopowego uwzględniając topologię. Potrafi wyliczyć wielkości mierzalne w eksperymencie.

PEK_U02 potrafi stosować wiedzę ze współczesnego magnetyzmu w spintronice.

PEK_U03 potrafi posługiwać się metodami topologicznymi i polami cechowania.

PEK_U04 umiejętność wykonania syntetycznego, profesjonalnego opracowania zagadnień z magnetyzmu, spintroniki.

PEK_U05 umiejętność prezentacji własnych opracowań, również w języku angielskim, przy użyciu środków multimedialnych.

PEK_U06 umiejętność pozyskiwania fachowych informacji z magnetyzmu, spintroniki.

PEK_U07 umiejętność podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych w tym fachowej wiedzy.

PEK_U08 umiejętność zidentyfikowania i rozwiązania problemu z magnetyzmu, spintroniki posługując się fachowymi pojęciami, potrafi komunikować się z fachowcami posługując się profesjonalnymi pojęciami i fachowym językiem.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 ma poczucie misji inżyniera ulepszającego rzeczywistość w oparciu o najnowsze osiągnięcia nauki, co wymaga kreatywności i ciągłego uaktualniania swoich kompetencji.

PEK_K02 ma wiedzę i motywację bycia inicjatorem zespołów kreujących zaawansowane technologie.

PEK_K03 ma poczucie misji budowy społeczeństwa technologicznego.

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<i>Oddziaływanie wymienne: atom, molekula, gaz elektronowy. Wymiana bezpośrednia i kinetyczna. Efektywny hamiltonian spinowy – model Heisenberga.</i>	2
Wy2	Ferro i antyferromagnetyk – stan podstawowy, stany wzbudzone, termodynamika.	2
Wy3	Makroskopowy opis ferro i antyferromagnetyka, nieliniowy sigma model, równanie Landau-Lifszica, mikromagnetyzm.	2
Wy4	Wzbudzenia topologiczne: topologia parametru porządku, kink, wir, skyrmion; dynamika; topologiczne przejścia fazowe. Domeny magnetyczne.	2
Wy5	Silnie skorelowane elektrony. Model Hubbarda. Przejście Motta izolator-metal. Izolator z transferem elektronów, metal 'dzurowy'.	2
Wy6	Magnetyzm elektronów wędrownych, magnetyzm metali, fale gęstości spinowej, paramagnony.	2
Wy7	<i>Zlokalizowany moment magnetyczny, s-d model, problem Kondo, oddziaływanie RKKY, szkło spinowe, półprzewodniki magnetyczne.</i>	2
Wy8	Fazy geometryczne, faza Berry'ego. Frustracja i chiralność układu spinowego, geometryczne pole magnetyczne.	2
Wy9	Sprzężenie spinu i ładunku w układach sfrustrowanych, chiralne magnetyki. Negatywny wsólczynnik załamania. T-J model izolatora Motta, spiralne struktury spinowe w nadprzewodnikach.	2
Wy10	Topologiczne magnetyki. Tekstury spinowe o nietrywialnych ładunkach topologicznych. Spinowy efekt Halla, topologiczne izolatory, fermiony Majorany.	2
Wy11	<i>Korelacje elektronowe z uwzględnieniem topologii. Kwantowy efekt Halla, fermiony kompozycyjne. Separacja spinu i ładunku. Anomalny efekt Halla w ferromagnetyku.</i>	2
Wy12	Współzależność spinowych, orbitalnych i strukturalnych stopni swobody. Orbitronika.	2
Wy13	Kwantowy transport w nanostrukturach – rola spinu. Gigantyczny magnetoopór, transport poprzez tunelowanie. Wstrzykiwanie spinu.	2
Wy14	Koherencja i rozfazowanie spinów.	2
Wy15	Spin w kwantowej informatyce: bit, bramka; splątanie; realizacja spinowych elementów logicznych; dekoherencja.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład z transparentjami.
N2. prezentacje(komputer-rzutnik).
N3. konsultacje.

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_W1-7; PEK_U1-8; PEK_K1-3	Prezentacje
F2	PEK_W1-7; PEK_U1-3,7,8;	Kolokwium
P	F1*70%+F2*30%	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] S. Blugel, D. Burgler, M. Morgenstern, C. M. Schneider, R. Waser(Eds), „Spintronics- from GMR to quantum information”, Lecture Notes of the 40th Spring School 2009.
- [2] S. Blugel, T. Bruckel, C. M. Schneider(Eds), „ Magnetism goes nano”, Lecture manuscripts of 36th Spring School of the Institute of Solid State Research.,2005.
- [3] P. Fazekas, „Electron correlation and magnetism”, World Scientific, 1999.
- [4] S. Maekawa, „Concepts in spin electronics”, Oxford Science Publications,2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Gregg, „Art of spintronics an introduction”, Oxford, 2008.
- [2] D. I. Khomskii, „Basic aspects of the quantum theory of solids”, Cambridge University Press, 2010.
- [3] N. Majlis, „ The quantum theory of magnetism”, World Scientific, 2008.
- [4] R. Skomski, „ Simple models of magnetism”, Oxford University Press, 2009.

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

dr Paweł Rusek, pawel.rusek@pwr.edu.pl

Wydział Podstawowych Problemów Techniki

KARTA PRZEDMIOTUNazwa w języku polskim: **Kwantowe Układy Otwarte**Nazwa w języku angielskim: **Open Quantum Systems**Kierunek studiów: **Inżynieria kwantowa**Stopień studiów i forma: **I stopień, inżynierskie**Rodzaj przedmiotu: **kierunkowy/wybieralny**Kod przedmiotu: **FTP001008W**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Mechanika kwantowa 1, Mechanika kwantowa 2, Wstęp do informatyki kwantowej

CELE PRZEDMIOTU

C1. Nabycie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki kwantowej:

C1.1. Opis ewolucji układów otwartych.

C1.2. Kwantowe procesy Markova.

C1.3. Procesy kwantowe nie będące procesami Markova.

C2. Zdobycie umiejętności jakościowej oraz ilościowej analizy zjawisk/procesów i rozwiązywania problemów/zadań związanych z wyżej wymienionymi działami fizyki:

C2.1. Opis ewolucji układów otwartych.

C2.2. Kwantowe procesy Markova.

C2.3. Procesy kwantowe nie będące procesami Markova.

C3. Konsolidacja umiejętności społecznych, w tym:

- Inteligencji emocjonalnej, obejmującej umiejętność pracy w grupie studentów i zmierzającej do skutecznego rozwiązywania problemów;

- Odpowiedzialność, uczciwość i prawość w zachowaniu zgodności ze zwyczajami obowiązującymi w środowisku akademickim oraz w społeczeństwie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Zagadnienia przeznaczone do samodzielnej nauki są oznaczone kursywą

I. Z zakresu wiedzy:

Po zaliczeniu przedmiotu student ma wiedzę w zakresie kwantowego opisu ewolucji układów otwartych.
Student:

- PEK_W01 – rozumie pojęcie macierzy gęstości i wie w jaki sposób macierz gęstości wykorzystuje się do opisu stanów kwantowych. Rozumie czym się różnią stany czyste od stanów mieszanych.
- PEK_W02 – wie, kiedy można zastosować równanie Liouville-von Neumanna i jakie wykonuje się przy tym przybliżenia.
- PEK_W03 – wie jak, kiedy i po co przechodzić do obrazu oddziaływania i obrazu Heisenberga.
- PEK_W04 – wie, co to są kwantowe procesy Markova oraz kiedy można zastosować równanie Lindblada i jakie się wtedy wykonuje przybliżenia.
- PEK_W05 – zna pojęcie funkcji korelacji i rozumie, kiedy w procesach kwantowych mamy do czynienia z nieodwracalnością.
- PEK_W06 – rozumie podstawowe przykłady zastosowania równania Lindblada.
- PEK_W07 – rozumie pochodzenie i zastosowania kwantowo-optycznego równania fundamentalnego.
- PEK_W08 – rozumie wpływ pomiaru na układ kwantowy oraz na czym polega kwantowy efekt Zenona
- PEK_W09 – wie, na czym polegają kwantowe ruchy Browna oraz rozumie ich opis.
- PEK_W10 – rozumie skąd się biorą nieliniowe kwantowe równania fundamentalne i wie, do jakich zagadnień należy je wykorzystywać.
- PEK_W11 – rozumie pojęcie dekoherencji i jej opis.
- PEK_W12 – zna podstawowe procesy Markova prowadzące do dekoherencji.
- PEK_W13 – wie, co to są procesy kwantowe nie będące procesami Markova. Rozumie problemy związane z opisem tego typu procesów.
- PEK_W14 – rozumie zastosowania równania Nakajimy-Zwanziga i wie, skąd się ono wywodzi.
- PEK_W15 – rozumie metodę operatorów projekcji bez splotu czasowego, wie skąd się ona wywodzi i rozumie jej ograniczenia.

II. Z zakresu umiejętności:

Po ukończeniu kursu student potrafi prawidłowo i efektywnie zastosować poznane zasady i prawa fizyki do jakościowej i ilościowej analizy wybranych zagadnień fizycznych. Student:

- PEK_U01 – umie stosować formalizm macierzy gęstości, umie zamieniać opis stanu kwantowego przy pomocy wektorów (funkcji) falowych na opis przy pomocy macierzy gęstości. Potrafi zastosować iloczyn tensorowy, żeby uzyskać macierzy gęstości całego układu z macierzy gęstości podukładów oraz potrafi zastosować ślad częściowy, żeby wykonać operację odwrotną.
- PEK_U02 – umie zastosować równanie Liouville-von Neumanna do wybranych zagadnień fizycznych.
- PEK_U03 – umie przechodzić do obrazu oddziaływania i obrazu Heisenberga.
- PEK_U04 – umie napisać i zastosować równanie Lindblada.
- PEK_U05 – umie policzyć podstawowe funkcje korelacji.
- PEK_U06 – umie znaleźć ewolucję układu podczas relaksacji oraz w reżimie słabego oddziaływania.
- PEK_U07 – umie napisać i zastosować kwantowo-optyczne równanie fundamentalne.
- PEK_U08 – umie opisać kwantowy efekt Zenona.
- PEK_U09 – umie opisać kwantowe ruchy Browna.
- PEK_U10 – **umie napisać i zastosować nieliniowe kwantowe równanie fundamentalne.**
- PEK_U11 – umie opisać dekoherencję podukładu oddziałującego z układem otwartym.
- PEK_U12 – umie zastosować odpowiedni formalizm matematyczny, żeby odpisać dekoherencję wynikającą z wybranych procesów Markova.
- PEK_U13 – umie rozpoznać procesy kwantowe nie będące procesami Markova.
- PEK_U14 – umie napisać i zastosować równanie Nakajimy-Zwanziga.
- PEK_U15 – umie zastosować metodę operatorów projekcji bez splotu czasowego.

III. Odnoszące się do kompetencji społecznych:

Po ukończeniu kursu student konsoliduje kompetencje w zakresie:

- PEK_K01 – wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy

PEK_K02 – zrozumienia potrzeby samokształcenia, w tym możliwości zwiększenia uwagi i skupienia się na tym, co ważne oraz rozwinięcia zdolności do zastosowania wiedzy i umiejętności
PEK_K03 – rozwijania zdolności do samooceny i samokontroli i odpowiedzialności za skutki podejmowanych działań
PEK_K04 – przestrzegania obyczajów i przepisów środowiska akademickiego
PEK_K05 – niezależnego i kreatywnego myślenia

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Macierz gęstości. Iloczyn tensorowy. Ślad częściowy.	2
Wy2	Równanie Liouvillea-von Neumanna.	2
Wy3	Obraz oddziaływania, obraz Heisenberga. Dynamika układów otwartych.	2
Wy4	Kwantowe procesy Markova. Równanie Lindblada.	2
Wy5	Funkcje korelacji. Nieodwracalność.	2
Wy6	Przykłady: Relaksacja, reżim słabego oddziaływania.	2
Wy7	Kwantowo-optyczne równanie fundamentalne.	2
Wy8	Kwantowy efekt Zenona.	2
Wy9	Kwantowe ruchy Browna.	2
Wy10	Nielinowe kwantowe równania fundamentalne. Superradiancja.	2
Wy11	Dekoherencja.	2
Wy12	Procesy Markova prowadzące do dekoherencji.	2
Wy13	Procesy kwantowe nie będące procesami Markova.	2
Wy14	Równanie Nakajimy-Zwanziga.	2
Wy15	Metoda operatorów projekcji bez splotu czasowego.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Tradycyjne wykłady wspomagane foliami, slajdami i/lub prezentacjami.
N2. Konsultacje, w tym e-mailowe
N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia.

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 \times PEK_W15; PEK_U01 \times PEK_U15; PEK_K01 \times PEK_K05.	Zaliczenie na ocenę
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] H.-P. Breuer i F. Petruccione, *The theory of open quantum systems*, Oxford University Press (2002).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JĘZYKU POLSKIM:

[1] Attal, Stéphane; Joye, Alain; Pillet, Claude-Alain, *Open Quantum Systems I: The Hamiltonian Approach*, Springer (2006).

[2] Attal, Stéphane; Joye, Alain; Pillet, Claude-Alain, *Open Quantum Systems II: The Markovian Approach*, Springer (2006).

[3] Angel Rivas, Susana F. Huelga, *Open Quantum Systems: An Introduction*, Springer (2012).

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

Katarzyna Roszak, katarzyna.roszak@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Fizyka 1NS** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Energetyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
Wiedza				
PEK_W01	K1INK_W04,W06	C1.1	Wy1	1 _{LX} 3
PEK_W02	K1INK_W04,W06	C1.1	Wy2	1 _{LX} 3
PEK_W03	K1INK_W04,W06	C1.1	Wy3	1 _{LX} 3
PEK_W04	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy4	1 _{LX} 3
PEK_W05	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy5	1 _{LX} 3
PEK_W06	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy6	1 _{LX} 3
PEK_W07	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy7	1 _{LX} 3
PEK_W08	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy8	1 _{LX} 3
PEK_W09	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy9	1 _{LX} 3
PEK_W10	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy10	1 _{LX} 3
PEK_W11	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy11	1 _{LX} 3
PEK_W12	K1INK_W04,W06	C1.2	Wy12	1 _{LX} 3
PEK_W13	K1INK_W04,W06	C1.3	Wy13	1 _{LX} 3
PEK_W14	K1INK_W04,W06	C1.3	Wy14	1 _{LX} 3
PEK_W15	K1INK_W04,W06	C1.3	Wy15	1 _{LX} 3

Umiejętności				
PEK_U01	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.1	Wy1	1 _{Lx} 3
PEK_U02	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.1	Wy2	1 _{Lx} 3
PEK_U03	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.1	Wy3	1 _{Lx} 3
PEK_U04	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy4	1 _{Lx} 3
PEK_U05	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy5	1 _{Lx} 3
PEK_U06	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy6	1 _{Lx} 3
PEK_U07	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy7	1 _{Lx} 3
PEK_U08	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy8	1 _{Lx} 3
PEK_U09	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy9	1 _{Lx} 3
PEK_U10	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy10	1 _{Lx} 3
PEK_U11	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy11	1 _{Lx} 3
PEK_U12	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.2	Wy12	1 _{Lx} 3
PEK_U13	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.3	Wy13	1 _{Lx} 3
PEK_U14	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.3	Wy14	1 _{Lx} 3
PEK_U15	K1INK_U01,U06,U08,U12	C2.3	Wy15	1 _{Lx} 3
Kompetencje społeczne				
PEK_K01 _{Lx} PEK_K05	K1INK_K01,K05,K07	C3	Wy1 _{Lx} Wy15	1 _{Lx} 3

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim Efekty topologiczne w strukturach niskowymiarowych	
Nazwa w języku angielskim Topological effects in low dimensional systems	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	...FZP001007W.....
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
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)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej
2. fizyki ciała stałego
3. fizyki materii fazy skondensowanej.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Wiedza dotycząca efektów topologicznych w fizyce materii fazy skondensowanej.
 C2 Wiedza z zakresu charakterystyki układów o nietrywialnej topologii pasm energetycznych.
 C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Kształtowanie takich postaw obywatelskich jak odpowiedzialność, uczciwość, rzetelność i solidarność; a także wrażliwość na przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i innych społecznościach.



PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01- wiedza o podstawowych efektach topologicznych w fizyce materii fazy skondensowanej, które charakteryzują ich własności fizyczne.

PEK_W02 – wiedza dotycząca metod opisu efektów topologicznych.

PEK_W03 – wiedza o topologicznych izolatorach i innych materiałach wykazujących efekty topologiczne w strukturze pasmowej.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umiejętność interpretacji efektów topologicznych w fizyce materii fazy skondensowanej.

PEK_U02 – umiejętność stosowania metod opisu efektów topologicznych w fizyce materii fazy skondensowanej.

PEK_U03 – umiejętność zastosowania poznanych metod opisu w analizie topologicznych izolatorów.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 – niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia

PEK_K02 – analitycznej analizy zjawisk, problemów, zagadnień i procesów społecznych

PEK_K03 – pracy zespołowej

PEK_K04 – wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy

PEK_K05 – rozumienia konieczności samokształcenia

PEK_K06 – odpowiedzialności za rezultaty podejmowanych działań

PEK_K07 – przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim i innych społecznościach

PEK_K08 – przekonania o własnych umiejętnościach i możliwościach, a także o znaczeniu racjonalnego myślenia

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Całkowity kwantowy efekt Halla	2
Wy2	Izolatory Cherna	2
Wy3	Izolatory topologiczne. Przegląd wyników eksperymentalnych oraz wstęp teoretyczny	2
Wy4	Modele izolatora topologicznego w 1D i 2D. Własności i charakterystyka	6
Wy5	Izolatory topologiczne w 3D. Charakterystyka i własności.	2
Wy6	Faza Berry'ego oraz niezmienniki topologiczne	4
Wy7	Identyfikacja izolatorów Cherna. Macierz korelacji i jednoczątkowe widmo splątania	2
Wy8	Efekty korelacji elektronowych: ułamkowy kwantowy efekt Halla	4

Wy9	Ułamkowe izolatory Cherna	4
Wy10	Korelacje elektronowe w topologicznych izolatorach	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
1. Wykład – forma tradycyjna. 2. Konsultacje. 3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.	

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_K01 ÷ PEK_K08 PEK_U01 ÷ PEK_U03	Dyskusje i pytania w trakcie wykładów i laboratoriów,
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W03; PEK_U01 ÷ PEK_U03	Egzamin pisemny
P=0.25*F1 + 0.75*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Shun-Qing Shen „Topological Insulators - Dirac Equation in Condensed Matters”, Springer 2012</p> <p>[2] M. Z. Hasan and C. L. Kane, „Colloquium: Topological insulators”, Rev. Mod. Phys. 82 , 3045 (2010).</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] D. Xiao, M.-C. Chang, and Q. Niu, „Berry phase effects on electronic properties”, Rev. Mod. Phys. 82, 1959 (2010).</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr inż. Paweł Potasz, Pawel.Potasz@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Efekty topologiczne w strukturach niskowymiarowych
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa.**
 I SPECJALNOŚCI

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	W1,7-9	1,2,5
PEK_W02	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	W2-10	1,2,5
PEK_W03	K1INK_W04, K1INK_W06	C1	W11-13	1,2,5
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	W1-13 Se1-12	2,3,4
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	W1-13 Se1-12	2,3,4
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	W11-13 Se10,12	2,3,4
PEK_K01-PEK_K08 (kompetencje)	K1INK_K01, K1INK_K05	C3	Se1-12	2,3,4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	Światłowody
Nazwa w języku angielskim	Optical waveguides
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	FTP001006W + FTP001006L
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowa wiedza w zakresie optyki falowej (WIEDZA)
2. Umiejętność prowadzenia eksperymentów, opracowania wyników i przygotowywania sprawozdania (UMIEJĘTNOŚCI)
3. Umiejętność obsługi prostych przyrządów optycznych (UMIEJĘTNOŚĆ)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy na temat sposobu propagacji światła w falowodach planarnych i światłowodach włóknistych różnych typów
- C2 Zdobycie wiedzy na temat technologii wytwarzania światłowodów różnych typów
- C3 Zdobycie wiedzy 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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza dotycząca propagacji światła w falowodach planarnych i światłowodach cylindrycznych.

PEK_W02 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu wykorzystania falowodów planarnych i światłowodów do przesyłania i przetwarzania informacji.

PEK_W03 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu wykorzystania falowodów planarnych i światłowodów w metrologii.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Umiejętność obróbki, pomiarów oraz technik łączenia światłowodów/falowodów.

PEK_U02 Umiejętność wyboru światłowodów/falowodów odpowiedniego rodzaju do konkretnego zastosowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Zrozumienie potrzeby ciągłego samokształcenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem techniki światłowodowej i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny

PEK_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	Światłowod cylindryczny, rozwiązanie równania falowego dla struktury o symetrii osiowej	2
Wy5	Równanie charakterystyczne, przybliżenie światłowodu słabo prowadzącego	2
Wy6	Konwencja modów hybrydowych i liniowo spolaryzowanych	2
Wy7	Światłowod jednomodowy	2
Wy8	Sposoby wytwarzania światłowodów, straty w światłowodach	2
Wy9	Dyspersja w światłowodach wielomodowych i jednomodowych	2
Wy10	Źródła światła stosowane w technice światłowodowej	2
Wy11	Lasery i wzmacniacze światłowodowe	2
Wy12	Sprzęgacze światłowodowe, elementy sieci światłowodowych	2
Wy13	Struktury periodyczne w światłowodach, sposoby wytwarzania i zastosowania	2
Wy14	Zastosowania światłowodów w metrologii	
Wy15	Czujniki światłowodowe, żyroskop światłowodowy	2
	Suma godzin	30

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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01,PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02.	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego
F2	PEK_W01,PEK_W02, PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 5-7 pytań otwartych.
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
1. M. Marciniak, <i>Łączność Światłowodowa</i> , WKŁ, 1998.
2. J. Siuzdak, <i>Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej</i> , Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. 1999.
3. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, <i>Fundamentals of Photonics</i> , Wiley Series 2007
4. A.Yariv, P. Yeh, <i>Photonics: Optical Electronics in Modern Communications</i> , Oxford University Press, 2006.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
5. A. Mendez, T. F. Morse, <i>Specialty Optical Fibers Handbook</i> , Academic Press, 2007.

6. Sh. Yin, P. B. Ruffin, F.T.S. Yu, *Fiber Optic Sensors*, CRC Press, 2008.

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

Prof. Waław Urbańczyk (Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl)

Dr inż. Tadeusz Martynkien (tadeusz.martynkien@pwr.wroc.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Światłowodowy
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU: Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	K1INK_W01, K1INK_W05	C1, C2, C3, C4, C5,	Wy1-Wy15	N1, N2, N4, N5
PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02	K1INK_U01, K1INK_U02, K1INK_U08, K1INK_K01, K1INK_K02	C1, C2, C3, C4, C5	La1-La10	N3, N4, N5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskimPodstawy optyki fizycznej	
Nazwa w języku angielskim Fundamentals of Physical Optics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouniversytecki *	
Kod przedmiotu FTP 002058W + FTP 002058L	
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)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowa wiedza z zakresu elektromagnetyzmu (WIEDZA)
2. Podstawowe umiejętności w zakresie rachunku różniczkowego, całkowitego i liczb zespolonych (UMIEJĘTNOŚCI)
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności (KOMPETENCJE)

1.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobycie wiedzy na temat oddziaływania światła z materią
- C2 Zdobycie wiedzy dotyczącej dyfrakcji światła i roli tego zjawiska w przyrządach optycznych i optoelektronicznych
- C3 Zdobycie wiedzy dotyczącej zjawiska interferencji i polaryzacji światła oraz zastosowaniami tych zjawisk w metrologii

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 ma podstawową, podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat oddziaływania światła z materią;

PEK_W02 ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu teorii dyfrakcji pozwalającą zrozumieć podstawowe zjawiska optyczne oraz działanie i ograniczenia przyrządów optycznych i optoelektronicznych

PEK_W03 ma podstawową, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą zjawiska interferencji i polaryzacji pozwalającą zrozumieć działanie i ograniczenia przyrządów optycznych i optoelektronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi ocenić wpływ fundamentalnych zjawisk optycznych na działanie przyrządów optycznych i optoelektronicznych

PEK_U02 potrafi zaplanować i wykonać eksperyment związanu z wykorzystaniem zjawisk optyki falowej

PEK_U03 potrafi obsługiwać złożone przyrządy optyczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_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 i optoelektroniki

PEK_K02 rozumie potrzebę ciągłego doksztalcenia, 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, soczewki gradientowe	2
Wy3	Całka i szereg Fouriera. Dyfrakcja światła, zasada Huygensa przybliżenie Fresnela i Fraunhofera	2
Wy4	Dyfrakcja na pojedynczej szczeliny, otworze kołowym, siatce dyfrakcyjnej amplitudowej i fazowej	2
Wy5	Elementy optyki fourierowskiej	2
Wy6	Zdolność rozdzielcza przyrządów optycznych. Punktowa funkcja rozmycia i funkcja przenoszenia	2
Wy7	Zasada działania i budowa podstawowych instrumentów optycznych	2
Wy8	Polaryzacja światła, sposoby opisu, polaryzacja częściowa	2
Wy9	Odbicie i załamania fali płaskiej na granicy ośrodków, równania Fresnela, całkowite wewnętrzne odbicie	2
Wy10	Propagacja światła w ośrodkach anizotropowych, elementy polaryzacyjne	2
Wy11	Dwójłomność wymuszona	2
Wy12	Interferencja fal koherentnych. Interferencja w płytkach i cienkich	2

	warstwach. Najważniejsze interferometry	
Wy13	Interferometria wiązek częściowo koherentnych , koherencja czasowa i przestrzenna, koherencyjna tomografia optyczna	2
Wy14	Rezonator Fabry-Perota. Zasada działania laserów. Lasery gazowe i półprzewodnikowe. Podstawowe parametry	2
Wy15	Falowody optyczne	2
	Suma godzin	30

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	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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01,PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laboratoryjnego
F2	PEK_W01,PEK_W02, PEK_W03,PEK_K01, PEK_K02	Testy i aktywność na wykładzie
F3	PEK_W01,PEK_W02, PEK_W03,PEK_K01,	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 3-4 pytania otwarte.

	PEK_K02	
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2=F3 z uwzględnieniem F 2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, <i>Fundamentals of Photonics</i>, Wiley Series 2007 2. K. Gniadek, <i>Optyczne przetwarzanie informacji</i>, PWN, Warszawa 1992 3. J. Petykiewicz, <i>Optyka falowa</i>, PWN, Warszawa, 1986. 4. F. Ratajczyk, <i>Optyka ośrodków anizotropowych</i>, PWN, Warszawa, 1994 		
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Born, E. Wolf, <i>Principles of Optics</i>, 2000 2. F. Ratajczyk, <i>Instrumenty optyczne</i>, Oficyna Wydawnicza PWr 2005 		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
Prof. Waław Urbańczyk (Waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl) Dr inż. Gabriela Statkiewicz-Barabach (Gabriela.statkiewicz@pwr.wroc.pl)		

WYDZIAŁ PPT/ STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim:** Pakiety algebry komputerowej (MAPLE)**Nazwa w języku angielskim:** Computer Algebra System (Maple)**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżynieria kwantowa**Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma:** I / ~~II~~ stopień*, stacjonarna / niestacjonarna***Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~***Kod przedmiotu** INP001003L**Grupa kursów** ~~TAK~~ / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
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		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Praktyczne opanowanie matematyki elementarnej na poziomie szkoły średniej
2. Praktyczne opanowanie matematyki wyższej z pierwszego semestru studiów
3. Umiejętność czytania tekstu ze zrozumieniem
4. Umiejętność pracy z komputerem w środowisku Windows

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej zasad stosowania pakietów algebry symbolicznej do rozwiązywania zagadnień fizycznych wymagających stosowania zaawansowanych metod matematycznych.
- C2 Nabycie umiejętności poprawnego i efektywnego stosowania podstawowych funkcji pakietów algebry symbolicznej, oraz umiejętności rozpoznawania i eliminowania typowych błędów programistycznych.



PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01:

ma podstawową wiedzę z zakresu matematyki, obejmującą algebrę, analizę oraz elementy probabilistyki, w tym metody matematyczne i numeryczne niezbędne do rozwiązywania podstawowych zagadnień z zakresu optyki

PEK_W02

ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania, zna podstawy analizy numerycznej i pakiety matematyczne, używane w obliczeniach oraz projektowaniu układów niskowymiarowych struktur półprzewodnikowych i fotonicznych, ma podstawową wiedzę w zakresie urządzeń techniki komputerowej

Z zakresu umiejętności:

PEK_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

PEK_U02

opanował umiejętności korzystania z wybranych pakietów użytkowych na komputerach osobistych oraz korzystania z internetu zgodnie z wymaganiami ECDL

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 określić priorytety w realizacji zadania, określić kolejność i czas realizacji odpowiednich jego etapów, znaleźć odpowiednich wykonawców

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<i>Pakiet algebry komputerowej w przykładach. Pierwsze kroki. Podstawowe pojęcia, struktury i konstrukcje.</i>	2
Wy2	<i>Elementy programowania. Funkcje.</i>	2
Wy3	<i>Grafika dwuwymiarowa i trójwymiarowa.</i>	2
Wy4	<i>Rozwiązywanie równań. Elementy algebry liniowej</i>	2
Wy5	<i>Analiza matematyczna I.</i>	2
Wy6	<i>Analiza matematyczna II.</i>	2
Wy7	<i>Analiza matematyczna III.</i>	2

Wy8	<i>Operacje wejścia – wyjścia. Elementy statystyki opisowej.</i>	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Pakiet algebry komputerowej w przykładach. Pierwsze kroki. Podstawowe pojęcia, struktury i konstrukcje	2
La2	Elementy programowania. Funkcje	4
La3	Grafika dwuwymiarowa i trójwymiarowa	4
La4	Rozwiązywanie równań. Elementy algebry liniowej	4
La5	Analiza matematyczna I	3
La6	Analiza matematyczna II	3
La7	Analiza matematyczna III	3
La8	Operacje wejścia – wyjścia	2
La9	Elementy statystyki matematycznej	3
La10	Sprawdzian w laboratorium komputerowym	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja z użyciem projektora wideo N2. Laboratorium komputerowe - komputer PC z pakietem Maple N3. Zasoby cyfrowe N4. Konsultacje N5. Praca własna

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_U02.	Odpowiedzi ustne, dyskusje
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02.	Sprawdzian w laboratorium komputerowym
P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] A.C. Mituś, R. Orlik, G. Pawlik, <i>Wstęp do pakietu algebry komputerowej Maple</i>, (Oficyna Wydawnicza DWSPiT, Polkowice, 2010)</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] A. Heck, <i>Introduction to Maple</i>, Springer 1996 (w jęz. angielskim)</p>
<p>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</p> <p>Prof. dr hab. Antoni C. Mituś, Antoni.mitus@pwr.wroc.pl</p>

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Pakiety algebry komputerowej (MAPLE)

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka techniczna
I SPECJALNOŚCI

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
W07 (wiedza)	K1INK_W07	C1	Wy4 – Wy8	N1, N3 – N5
PEK_W02	K1INK_W07	C2	Wy1 - Wy3	N1, N3 – N5
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U03	C1	Wy4 – Wy8	N2 – N5
PEK_U02	K1INK_U03	C1, C2	Wy1 – Wy8	N2 – N5
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K03	C1, C2	Wy1	N1
PEK_K02	K1INK_K07	C1, C2	Wy1	N1, N3, N4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim:** Metody Obliczeniowe Fizyki**Nazwa w języku angielskim:** Computational Methods in Physics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżynieria Kwantowa**Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu** INP001022L**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
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 kontaktu (BK)			2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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 wybranym języku średniego poziomu.
- 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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01** zna podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnień matematycznych występujących w fizyce: równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe (zagadnienie wartości początkowej, wartości brzegowych oraz zagadnienie własne).
- PEK_W02** zna podstawowe elementy programowania w wybranym języku średniego poziomu.
- PEK_W03** zna zaawansowane modele wybranych układów fizycznych (np. studnia kwantowa, światłowód, dyfuzja stacjonarna, mechanika układu wielu ciał, złożone układy elektrostatyczne)

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01** umie tworzyć algorytmy i programować zagadnienia numeryczne.
- PEK_U02** umie wykorzystywać modele numeryczne do analizy własności fizycznych układów (testowanie programu, analiza zbieżności ze względu na parametry kontrolne, pozyskiwanie wyników) .
- PEK_U03** umie reprezentować wyniki w postaci graficznej, interpretować je i prezentować w formie wypowiedzi ustnej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01** umie współpracować w niewielkim zespole nad rozwiązaniem problemu.
- PEK_K02** potrafi określić priorytety w realizacji zadania, określić kolejność i czas realizacji odpowiednich jego etapów.
- PEK_K03** rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania się, w tym samokształcenia; rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie.

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1-3	Badanie różnych podejść do zagadnienia wartości brzegowych; badanie zbieżności algorytmu Numerowa-Cowlinga. Opracowanie programu i wyznaczanie pola grawitacyjnego dla różnych sferycznie symetrycznych rozkładów masy.	6
La4-6	Testowanie Metody „strzałów”. Opracowanie programu i wyznaczanie modów własnych fali elektromagnetycznej w cylindrycznym światłowodzie.	6
La7-8	Zastosowanie metody różnic skończonych i algorytmu eliminacji Gaussa rozwiązywania układu równań do badania dyfuzji stacjonarnej – dyfuzja ciepła w niejednorodnej ścianie.	6
La10-11	Zastosowanie metody elementów skończonych do badania rozkładów pól w układach elektrostatycznych – kondensator cylindryczny	6
La12-15	Projekt własny	6
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład tradycyjny (w ramach zajęć w pracowni komputerowej)</p> <p>N2. Praca z komputerem pod nadzorem prowadzącego laboratorium, w tym praca w małym 2-3 osobowym zespole</p> <p>N3. Sprawozdania z ćwiczeń w formie prezentacji ustnych</p> <p>N4. Konsultacje indywidualne z prowadzącym kurs</p> <p>N5. Praca własna, w tym praca własna z komputerem</p> <p>N6. Praca własna – studia literaturowe</p>

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_U01 PEK_U02 PEK_U03	Sprawozdania ustne z realizowanych projektów
F2	PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	Ocena pracy studenta w czasie zajęć w laboratorium
P= 0.8*F1+0.2*F2		
F3	PEK_W02 PEK_W03	Kolokwia ustne w czasie zajęć laboratoryjnych
F4	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu
P=0.5*F3+0.5*F4		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P.Scharoch, M. Polak, R.Szymon *Elementy Modelowania Komputerowego w Fizyce* (podręcznik, w trakcie publikowania)
- [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 inż. Paweł Scharoch, pawel.scharoch@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Elementy Modelowania Numerycznego w Fizyce
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**
 I SPECJALNOŚCI

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu* **	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W07	C1, C5	La1-15	N1, N4, N6
PEK_W02	K1INK_W07	C1, C2	La1-15	N1, N4, N6
PEK_W03	K1INK_W07	C4	La1-15	N1, N4, N6
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U03	C1, C2	La1-15	N2, N5
PEK_U02	K1INK_U03	C3	La1-15	N2, N5
PEK_U03	K1INK_U03	C4, C6	La1-15	N3
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K03, K1INK_K07	C7	La1-15	N2
PEK_K02	K1INK_K03, K1INK_K07	C7	La1-15	N5
PEK_K03	K1INK_K03, K1INK_K07	C7, C8	La1-15	N6, N5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Symulacje Monte Carlo
Nazwa w języku angielskim	Monte Carlo Simulations
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny-
Kod przedmiotu	FZP001088L
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
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		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość elementów fizyki statystycznej
2. Praktyczna umiejętność programowania na podstawowym poziomie (C, Fortran, lub inny język programowania)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie zasad tworzenia modeli do opisu zjawisk i procesów fizycznych za pomocą symulacji metodą Monte Carlo, poznanie zasad interpretacji wyników symulacji
- C2 Opanowanie umiejętności implementacji algorytm Metropolis w dowolnie wybranym języku programowania, opanowanie umiejętności przeprowadzenia symulacji Monte Carlo dla prostego modelowego układu fizycznego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna metody obliczeniowe oraz techniki informatyczne stosowane do rozwiązywania typowych problemów w zakresie fizyki fazy skondensowanej

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 potrafi planować i wykonywać podstawowe badania, doświadczenia lub obserwacje dotyczące zagadnień związanych z fizyką fazy skondensowanej
- PEK_U02 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
- PEK_U03 potrafi przedstawić w języku polskim i angielskim wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanej rozprawy (referatu) zawierającej opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym samokształcenia; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie
- PEK_K02 rozumie pozanaukowe aspekty swojej działalności naukowej, w tym jej wpływu na środowisko naturalne

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – laboratorium komputerowe		Liczba godzin
La1	Elementy programowania	2
La2	Generowanie liczb losowych	4
La3	Modelowanie metodą Monte Carlo błędzenia losowego	4
La4	Modelowanie metodą Monte Carlo dyfuzji w dwóch wymiarach	4
La5	Modelowanie metodą Monte Carlo układu spinów w polu zewnętrznym	4
La6	Modelowanie metodą Monte Carlo/użycie gotowych programów do badania modelu Isinga	4
La7	Modelowanie metodą Monte Carlo/użycie gotowych programów do badania uporządkowania w nematykach	4
La8	Modelowanie metodą Monte Carlo dwuwymiarowej cieczy Lennarda-Jonesa	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny - prezentacja (projektor wideo)
- N2. Laboratorium komputerowe - komputer PC z kompilatorem C, Fortran lub innego języka programowania
- N3. Zasoby cyfrowe
- N4. Konsultacje
- N5. Praca własna

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_U01, PEK_U02, PEK_U03.	Odpowiedzi ustne, dyskusje, kontrola postępów w laboratorium komputerowym
F2	PEK_W01, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02.	zaliczenie w laboratorium komputerowym
P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] K. Binder, D.W. Heermann, *Monte Carlo Simulations in Statistical Physics. An introduction*, 3rd ed. (Springer: Berlin, 1997)
- [2] D. Frenkel and B. Smit, *Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications* (Academic Press NewYork, Ed. 2002)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] D. P. Landau, K. Binder, *A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics*. (Cambridge University Press, 2000)

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

prof. dr hab. Antoni C. Mituś, Antoni.mitus@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Symulacje Monte Carlo
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W07,	C1, C2	La1 – La8	N1, N4, N5
PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 (umiejętności)	K1INK_U03	C1, C2	La1-La8	N2-N5
PEK_K01 PEK_K02 (kompetencje)	K1INK_K01, K1INK_K03, K1INK_K05, K1INK_K07	C1	La1-La8	N1-N5

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	Elementy Modelowania Numerycznego w Fizyce
Nazwa w języku angielskim:	Elements of Numerical Modeling in Physics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	INP001016WL
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
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 kontaktu (BK)			2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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 wybranym języku średniego poziomu.
- 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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01** zna podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnień matematycznych występujących w fizyce: miejsca zerowe funkcji, ekstrema funkcji, pochodne i kwadratury, równania różniczkowe zwyczajne (zagadnienie wartości początkowej).
- PEK_W02** zna podstawowe elementy programowania w wybranym języku średniego poziomu.
- PEK_W03** zna zaawansowane modele wybranych układów fizycznych (np. studia kwantowa, światłowód, dyfuzja stacjonarna, mechanika układu wielu ciał, złożone układy elektrostatyczne)

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01** umie tworzyć algorytmy i programować zagadnienia numeryczne.
- PEK_U02** umie wykorzystywać modele numeryczne do analizy własności fizycznych układów (testowanie programu, analiza zbieżności ze względu na parametry kontrolne, pozyskiwanie wyników) .
- PEK_U03** umie reprezentować wyniki w postaci graficznej, interpretować je i prezentować w formie wypowiedzi ustnej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01** umie współpracować w niewielkim zespole nad rozwiązaniem problemu.
- PEK_K02** potrafi określić priorytety w realizacji zadania, określić kolejność i czas realizacji odpowiednich jego etapów.
- PEK_K03** rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania się, w tym samokształcenia; rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie.

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1-3	Tablicowanie funkcji 1D i 2D. Reprezentacja graficzna funkcji i dopasowanie funkcji analitycznej do zbioru danych. Opracowanie programu i wyznaczanie stanów i energii własnych prostokątnej studni kwantowej.	6
La4-6	Badanie zbieżności algorytmów numerycznego różniczkowania i całkowania. Opracowanie programu i badanie dyfrakcji światła na szczelinie i siatce dyfrakcyjne.	6
La7-11	Badanie jakości oraz zbieżności algorytmów całkowania równań różniczkowych. Opracowanie programu i badanie wahadła fizycznego jako potencjalnego wzorca jednostki czasu.	10
La12-15	Opracowanie programu i badanie dynamiki układu planetarnego. Zastosowanie kryterium zachowanie energii i momentu pędu do badania zbieżności algorytmu Verleta.	8
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład tradycyjny (w ramach zajęć w pracowni komputerowej)</p> <p>N2. Praca z komputerem pod nadzorem prowadzącego laboratorium, w tym praca w małym 2-3 osobowym zespole</p> <p>N3. Sprawozdania z ćwiczeń w formie prezentacji ustnych</p> <p>N4. Konsultacje indywidualne z prowadzącym kurs</p> <p>N5. Praca własna, w tym praca własna z komputerem</p> <p>N6. Praca własna – studia literaturowe</p>

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_U01 PEK_U02 PEK_U03	Sprawozdania ustne z realizowanych projektów
F2	PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	Ocena pracy studenta w czasie zajęć w laboratorium
P= 0.8*F1+0.2*F2		
F3	PEK_W02 PEK_W03	Kolokwia ustne w czasie zajęć laboratoryjnych
F4	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu
P=0.5*F3+0.5*F4		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P.Scharoch, M. Polak, R.Szymon *Elementy Modelowania Komputerowego w Fizyce* (podręcznik, w trakcie publikowania)
- [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 inż. Paweł Scharoch, pawel.scharoch@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Elementy Modelowania Numerycznego w Fizyce
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**
 I SPECJALNOŚCI

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu**	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W07	C1, C5	La1-15	N1, N4, N6
PEK_W02	K1INK_W07	C1, C2	La1-15	N1, N4, N6
PEK_W03	K1INK_W07	C4	La1-15	N1, N4, N6
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U03	C1, C2	La1-15	N2, N5
PEK_U02	K1INK_U03	C3	La1-15	N2, N5
PEK_U03	K1INK_U03	C4, C6	La1-15	N3
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K03, K1INK_K07	C7	La1-15	N2
PEK_K02	K1INK_K03, K1INK_K07	C7	La1-15	N5
PEK_K03	K1INK_K03, K1INK_K07	C7, C8	La1-15	N6, N5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych problemów Techniki..... / STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim Projektowanie Struktur Półprzewodnikowych****Nazwa w języku angielskim Design of Semiconductor Structures****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Kwantowa****Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu FTP002037WP****Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*		zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (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 kontaktu (BK)	1,5			0,5	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Zaliczone kursy z 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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Zna podstawowe materiały półprzewodnikowe.

PEK_W02 Wie jak rozwiązać równanie Schrödingera numerycznie.

PEK_W03 Wie jak uwzględnić naprężenia i efekty polaryzacyjne w materiałach półprzewodnikowych.

PEK_W04 Ma podstawową wiedzę z zakresu zjawisk zachodzących w przyrządach półprzewodnikowych w szczególności fizyki laserów.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Umie zaproponować nowe rozwiązania materiałowe pod kątem ich potencjalnych zastosowań.

PEK_U02 Umie wyznaczyć wartości własne, będące rozwiązaniem równania Schrödingera.

PEK_U03 Umie napisać program bazujący na aplikacji obsługującej okna i wizualizujący otrzymywane wyniki.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Rozróżnia sformułowania ogólne i podstawowe od szczegółowych przykładów

PEK_K02 Identyfikuje zastosowania mechaniki kwantowej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Klasyfikacja przyrządów półprzewodnikowych: - podział przyrządów półprzewodnikowych - zastosowanie przyrządów półprzewodnikowych we współczesnym życiu - parametry przyrządów półprzewodnikowych, kryteria ich doboru oraz ich ograniczenia fizyczne	2
Wy2	Podstawowe materiały półprzewodnikowe: - półprzewodniki grupy IV, III-V, II-VI i inne - chemiczne trendy w relacji stała sieciowa i przerwa energetyczna - położenie pasm względem poziomu próżni - technologie otrzymywania materiałów półprzewodnikowych	2
Wy3	Domieszkowanie półprzewodników: - głębokie i płytkie domieszki - naturalne defekty - położenie głębokich i płytkich poziomów domieszkowych względem poziomu próżni	

	- chemiczne trendy w domieszkowaniu półprzewodników - energia stabilizacji poziomu Fermiego	
Wy4	Związki półprzewodnikowe mieszane: - przybliżenie kryształu wirtualnego, prawo Vegarda - nieciągłość pasm - technologia otrzymywania związków mieszanych	2
Wy5	Związki półprzewodnikowe mieszane: - związki półprzewodnikowe osadzone na dwuskładnikowych podłożach - podłoża w technologii półprzewodnikowej ich wytwarzanie i ograniczenia - heterostrukтуры - stopy numeryczne (ang. digital alloys)	2
Wy6	Naprężenia w strukturach półprzewodnikowych: - potencjały deformacyjne - przesunięcia pasm w heterostrukturach z naprężeniami ściskającymi oraz rozciągającymi - grubość krytyczna	2
Wy7	Efekty polaryzacyjne w wybranych strukturach półprzewodnikowych - polaryzacja spontaniczna, polaryzacja piezoelektryczna - wbudowane pola elektryczne - wykorzystanie efektów polaryzacyjnych w przyrządach półprzewodnikowych	2
Wy8	Zjawiska fizyczne w przyrządach półprzewodnikowych i ich modelowanie: - równanie Schrödingera, stany związane - numeryczna postać równania Schrödingera - numeryczne metody rozwiązania równania Schrödingera	2
Wy9	Zjawiska fizyczne w przyrządach półprzewodnikowych i ich modelowanie: - równanie Poissona - samouzgodnione rozwiązanie równania Schrödingera i Poissona w studniach kwantowych	2
Wy10	Części pasywne oraz aktywne w wybranych przyrządach półprzewodnikowych	2
Wy11	Diody elektroluminescencyjne i lasery krawędziowe	2
Wy12	Lasery typu VCSEL oraz lasery kaskadowe	2
Wy13	Modulatory światła i tranzystory	2
Wy14	Detektory i baterie słoneczne	2
Wy15	Powtórzenie materiału i wyrównanie zaległości	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
La1	Poznanie środowisk oprogramowania umożliwiających napisanie aplikacji obsługującej okna, (Visual Studio Pojekty Windows Form	2

	application lub Wx-Devcpp Forms Application) bazujących na języku programowania c++ lub innym	
La2	Napisanie programu umożliwiającego poprzez wprowadzenie danych narysowanie funkcji, narysowanie jej poprzez dobór odpowiedniego komponentu. Poznanie komponentów obsługujących podstawowe kontrolki.	2
La3	Numeryczne rozwiązanie równania Schrödingera, dla studni parabolicznej i potencjału Coulombowskiego. Wyznaczanie wartości własnych poprzez sprowadzenie równania Schrödingera do algebraicznego zagadnienia własnego.	4
La4	Wliczanie funkcji falowych, jako wartości własnych algebraicznego zagadnienia własnego.	4
La5	Uwzględnienie naprężeń w strukturach półprzewodnikowych.	2
La6	Generowanie potencjałów odpowiadających rzeczywistym półprzewodnikowym studniom kwantowym.	2
La7	Obliczanie stanów związanych w wybranych strukturach półprzewodnikowych. Obliczanie energii przejścia podstawowego w studniach kwantowych.	4
La8	Praca nad programem końcowym i opisem programu.	10
	Suma godzin	30

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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W02	Ocena z programu
F2	PEK_W03	Ocena z programu
F3	PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe i sprawozdanie z projektu.
F4	PEK_W04	Kolokwium zaliczeniowe i sprawozdanie z projektu.
P Zaliczenie w formie pisemno ustnej. Ocena z napisanego sprawozdania do programu końcowego.		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] S. Adachi, Properties of Semiconductor Alloys: Group-IV, III-V, and II-VI Semiconductors, Wiley (2009).</p> <p>[2] Metody algebraiczne rozwiązywania równania Schrodingera. W. Salejda, M.H. Tyc, M. Just, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Artykuły w Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics i innych czasopismach.</p>
<p>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</p> <p>Robert Kudrawiec, robert.kudrawiec@pwr.edu.pl</p>

WYDZIAŁ PPT

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: Przyrządy i układy półprzewodnikowe****Nazwa w języku angielskim: Semiconductor devices and circuits****Kierunek studiów: Inżynieria kwantowa****Specjalność:****Stopień studiów i forma: I; stacjonarne****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: FZP001091W,L****Grupa kursów NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	-		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		1,5		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Elementarna wiedza z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie 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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna podstawy fizyczne działania wybranych przyrządów półprzewodnikowych
PEK_W02 zna podstawowe układy pracy wybranych przyrządów półprzewodnikowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne działania wybranych przyrządów półprzewodnikowych i układy ich pracy

PEK_U02 potrafi zestawić prosty układ do pomiaru podstawowych charakterystyk wybranych przyrządów półprzewodnikowych

PEK_U03 potrafi napisać raport z wykonanych pomiarów

PEK_U04 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania w zespole.

PEK_K02 rozumie potrzebę samokształcenia

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć-wykład		Liczba godzin
Wy1	Półprzewodnikowe złącze p-n	2
Wy2	Złącze metal-izolator-półprzewodnik (MIS) i metal-tlenek-półprzewodnik (MOS).	1
Wy3	Tranzystor polowy JFET, MOSFET, MESFET	1
Wy4	Heterozłącze półprzewodnikowe.	1
Wy5	Efekt fotowoltaiczny. Fotodiody.	1
Wy7	Urządzenia na ładunku związanym (CCD).	1
Wy8	Tranzystor bipolarny. Podstawy działania.	1
Wy9	Zakresy pracy i układy włączenia tranzystora. Charakterystyki stałoprądowe. Model Ebersa – Molla. Tranzystor jako czwórnik aktywny.	1
Wy10	Dioda LED i laser półprzewodnikowy.	2
Wy11	Wybrane przyrządy półprzewodnikowe (termistory, warystory, hallotron, magnetorezystor, fotorezystor, chłodziarka Peltiera, tyrystory)	2
Wy12	Nowoczesne urządzenia półprzewodnikowe na strukturach niskowymiarowych.	1
Wy14	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium.	2
La2	Pomiar charakterystyk statycznych tranzystora bipolarnego i foto-	4

	tranzystora.	
La3	Pomiar charakterystyk I-U diody prostowniczej i diod Zenera metodą punkt po punkcie oraz metodą oscyloskopową.	4
La4	Pomiar charakterystyk elektrycznych tyrystora.	4
La5	Układy różniczkujące i całkujące RC.	4
La6	Prostownik jedno- i dwupołówkowy	4
La7	Badanie cyfrowych układów elektronicznych TTL	4
La8	Odróbka zajęć	4
	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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04 PEK_K01, PEK_K02,	Odpowiedź ustna i raport z ćwiczenia laborator.
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_K02	Testy i aktywność na wykładzie
F3	PEK_W01, PEK_W02	Test zaliczeniowy
P1 = średnia ze wszystkich ocen F1		
P2 = F3 z uwzględnieniem F2		
Test zaliczeniowy + F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Materiały do wykładu, dostępne poprzez internet: popko.wppt.pwr.edu.pl
- [2] Fizyka dla Szkół Wyższych t. 3, rozdział 9, wyd. Openstax
<https://cnx.org/contents/u2KTPvIK@8.12:tyRWITJ7@2/Wst%C4%9>
- [3] E. Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
- [4] W. Marciniak “Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone” WNT Warszawa 1987
- [5] S. Kuta „Elementy i układy elektroniczne” Wyd. AGH, wyd. I 2000

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] D.A.Neamen „Semiconductor Physics and Devices”, ed. McGraw-Hill, 2012
- [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.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Przyrządy i układy półprzewodnikowe II
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka
Techniczna.....
I SPECJALNOŚCI Fotonika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W04 K1INK_W08	C1	Wy1-Wy14	1-4
PEK_W02	K1INK_W04 K1INK_W08	C1	Wy1-Wy14	1-4
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U02	C2	L1-L9	3-6
PEK_U02	K1INK_U02, K1INK_U09	C2	L1-L9	3-6
PEK_U03	K1INK_U07	C3	L1-L9	3-6
PEK_U04	K1INK_U02, K1INK_U07	C1,C3	L1-L9, Wy1-Wy14	1-6
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K02	C4	L1-L9	3-6
PEK_K02	K1INK_K05	C1	L1-L9, Wy1-Wy14	1-6

WYDZIAŁ Podstawowych problemów Techniki..... / STUDIUM.....

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: Eksperymentalne metody badania materiałów półprzewodnikowych****Nazwa w języku angielskim: Experimental methods of study semiconductor materials****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Kwantowa****Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma: I stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu FZP001231WP****Grupa kursów TAK / NIE***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	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	2			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5			0,5	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Zna podstawowe metody eksperymentalne badania materiałów i struktur półprzewodnikowych.

PEK_W02 Wie jak działają wybrane urządzenia pomiarowe.

PEK_W03 Ma pogłębioną wiedzę z zakresu zjawisk fizycznych wykorzystanych w wybranych metodach pomiarowych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Umie posłużyć się aparaturą pomiarową.

PEK_U02 Umie dobrać właściwą metodę eksperymentalną do zbadania/wyznaczenia danej wielkości (lub danego parametru) w materiale półprzewodnikowym.

PEK_U03 Umie przeprowadzić pomiary i zebrać dane pomiarowe.

PEK_U04 Umie opracować wyniki pomiarów i sporządzić z tego raport.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Potrafi pracować w grupie i dzielić się obowiązkami.

PEK_K02 Rozpoznaje role materiałów półprzewodnikowych w codziennym życiu oraz potrzebę badania nowych materiałów półprzewodnikowych.

PEK_K03 Rozumie rolę metod eksperymentalnych w rozwoju technologii półprzewodnikowej.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Podział metod eksperymentalnych służących badaniu materiałów i struktur półprzewodnikowych oraz ich ogólna charakterystyka: - metody strukturalne - metody elektryczne - metody optyczne	2
Wy2	Metody strukturalne – pomiary XRD: - równie Bragów oraz zjawisko dyfrakcji na kryształach - dyfraktometr rentgenowski - wielkości wyznaczone metodą XRD w materiałach i strukturach półprzewodnikowych	2
Wy3	Metody strukturalne – mikroskopia elektronowa: - transmisja elektronów przez ciało stałe oraz zjawiska temu towarzyszące - mikroskop elektronowy - wielkości wyznaczone metodą mikroskopii elektronowej dla struktur półprzewodnikowych	2
Wy4	Metody strukturalne – 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
Wy5	Metody elektryczne – pomiar efektu Halla oraz termosiły - zjawisko Halla, metoda Van der Pauwa - zastosowanie efektu Halla do wyznaczanie koncentracji nośników w materiałach półprzewodnikowych - efekt Seebecka, Peltiera i powstawanie termosiły w ciele stałym - wyznaczanie koncentracji nośników w materiałach półprzewodnikowych na podstawie pomiarów termosiły	2
Wy6	Metody elektro-optyczne – pomiar fotoprądu: - absorpcja międzypasmowa, optyczna jonizacja domieszek w materiałach półprzewodnikowych, wbudowane pole elektryczne i efekt fotowoltaiczny - przykłady zastosowań pomiarów fotoprądu do badań materiałów półprzewodnikowych	2
Wy7	Metody optyczne – odbicie i transmisja światła: - funkcja dielektryczna, stałe optyczne i relacje Kramersa-Kroniga - układy do pomiarów odbicia i transmisji światła przez próbkę półprzewodnikową - przykłady zastosowań pomiarów odbicia i transmisji światła do badania struktury pasmowej półprzewodników	2
Wy8	Metody optyczne – optyczna spektroskopia różnicowa: - detekcja fazo-czuła w spektroskopii optycznej - układy do pomiarów widm modulowanego odbicia i transmisji światła - przykłady zastosowań pomiarów modulowanego odbicia i trans-	2

	misji do badania przejść optycznych w strukturach półprzewodnikowych	
Wy9	Metody optyczne – fotoluminescencja i katodoluminescencja: - zjawisko fotoluminescencji i katodoluminescencji - układy do pomiarów widm fotoluminescencji i katodoluminescencji - przykłady zastosowań techniki fotoluminescencji i katodoluminescencji do badania struktur półprzewodnikowych	2
Wy10	Metody optyczne – czasowo-rozdzielcza fotoluminescencja: - dynamika nośników w strukturach półprzewodnikowych - układy do pomiarów widm czasowo-rozdzielczej fotoluminescencji - przykłady pomiarów czasowo-rozdzielczej fotoluminescencji w strukturach półprzewodnikowych	2
Wy11	Metody optyczne – spektroskopia absorpcyjna w dalekiej podczerwieni: - interferometr Michelsona i zasada działania układu FTIR - absorpcja światła na drganiach sieci - absorpcja na swobodnych nośnikach - przykłady pomiarów widm absorpcji dla wybranych materiałów i struktur półprzewodnikowych	2
Wy12	Metody optyczne – spektroskopia foto-akustyczna: - zjawisko generacji fali termicznej na skutek absorpcji światła w ciele stałym - układy do pomiarów widm foto-akustycznych - przykłady pomiarów widm foto-akustycznych dla materiałów i struktur półprzewodnikowych	2
Wy13	Metody optyczne – foto-indukowane odbicie mikrofal: - zjawisko foto-indukowanego odbicia fali elektromagnetycznej od ciała stałego w zakresie mikrofalowym - układy do pomiarów foto-indukowanego odbicia mikrofal - przykłady zastosowania foto-indukowanego odbicia mikrofal do wyznaczania czasów życia nośników w półprzewodnikach ze skośną przerwa energetyczną	2
Wy14	Wykorzystanie wysokich ciśnień hydrostatycznych w badaniach półprzewodników - metody uzyskiwania wysokich ciśnień hydrostatycznych - komory do pomiarów właściwości strukturalnych, elektrycznych i optycznych ciała stałego w wysokich ciśnieniach hydrostatycznych - przykłady zastosowania wysokich ciśnień do badania wybranych zjawisk w materiałach i strukturach półprzewodnikowych	2
Wy15	Powtórzenie materiału i wyrównanie zaległości	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – projekt	Liczba godzin
Studenci podzieleni na grupy wybierają jeden z projektów z poniższej listy i realizują go przez cały semestr. Do wyboru jest 12 projektów.	

P1	Pomiary temperaturowej zależności widma odbicia i transmisji światła dla półprzewodnikowych związków mieszanych.	30
P2	Pomiary temperaturowej zależności fotoluminescencji dla półprzewodnikowych związków mieszanych.	30
P3	Pomiary przejść optycznych w półprzewodnikowych studniach kwantowych metodą fotoodbicia.	30
P4	Pomiary wbudowanych pól elektrycznych w strukturach półprzewodnikowych metodą bezkontaktowego elektroodbicia.	30
P5	Pomiary skośnej przerwy energetycznej metodą spektroskopii fotoakustycznej dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.	30
P6	Pomiary czasów życia nośników w półprzewodnikach ze skośną przerwą energetyczną metodą fotoindukowanego odbicia mikrofal.	30
P7	Wyznaczanie koncentracji nośników w próbkach półprzewodnikowych na podstawie pomiarów termosiły.	30
P8	Pomiary fotoprądu dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.	30
P9	Pomiary koncentracji nośników w próbkach półprzewodnikowych metodą Hala.	30
P10	Pomiary widm modulowanej transmisji dla cienkich warstw półprzewodnikowych.	30
P11	Pomiary widm piezodbicia dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.	30
P12	Pomiary optyczne w wysokich ciśnieniach hydrostatycznych.	30
	Suma godzin	30

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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P1	PEK_W01 – PEK_W03	Zaliczenie w formie pisemno-ustnej.
F1	PEK_U01 – PEK_U04	Ocena za raport ze realizowanego projektu.

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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

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

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Komputerowe wspomaganie eksperymentu - LabView
Nazwa w języku angielskim	Computer supported experiment - LabView
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	INP001005L
Grupa kursów	NIE

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

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawowe umiejętności posługiwania się komputerem

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z pojęciami demonstracji i symulacji fizycznych z wykorzystaniem komputera.
- C2 Zapoznanie studentów z programowaniem skryptów w pakiecie OriginLab.
- C3 Zapoznanie studentów z podstawami pakietu LabView.
- C4 Przykłady i zastosowanie pakietu LabView w symulacjach i eksperymentach fizycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada podstawową wiedzę o programowaniu skryptów w pakiecie *OriginLab*.

PEK_W02 Posiada podstawową wiedzę o zastosowaniach pakietu *LabView* do obsługi demonstracji i eksperymentów fizycznych z wykorzystaniem komputera.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Umie programować skrypty rozszerzające możliwości pakietu *OriginLab*.

PEK_U02 Umie projektować i programować, z wykorzystaniem pakietu *LabView*, proste demonstracje fizyczne

PEK_U03 Umie oprogramować, z wykorzystaniem pakietu *LabView*, proste urządzenia i sterować nimi poprzez komputer

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień.

PEK_K02 Rozumie konieczność samokształcenia.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	1
La1, La2	Wprowadzenie do obsługi skryptów w <i>OriginLab</i>	3
La3, La4	Programowanie: analiza danych numerycznych i wizualizacja z zastosowaniem skryptów w <i>OriginLab</i>	4
La5	Zapoznanie się z interfejsem pakietu <i>LabView</i> . Pierwszy program	2
La6	Struktury i typy danych	2
La7, La8	Wizualizacja	4
La9, La10	Symulacje urządzeń pomiarowych	4
La11, La12	Podstawy komunikacji pomiędzy komputerem a urządzeniami zewnętrznymi	4
La13, La14	Programowanie: demonstracji fizycznych, interfejsów komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi – projekt	4
La15	Projekt	2
	Suma godzin	30

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 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_U02, PEK_U03	Sprawdziany postępów w opanowaniu materiału
P (laboratorium)	PEK_W02, PEK_U02, PEK_U03	Projekt

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Podręcznik użytkownika pakietu OriginLab.
- [2] „*LabVIEW w praktyce*” - Marcin Chruściel, Wydawnictwo BTC 2008.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Dokumentacja pakietu *OriginLab* – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych producenta.
- [2] Dokumentacja pakietu *LabView* – 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

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Komputerowe wspomaganie eksperymentu - LabView
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna
i specjalności Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K1INK_W07	C1, C2	La1 – La4	N1 – N4
PEK_W02	K1INK_W07	C1, C3 – C4	La1, La5 – La15	N1 – N4
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U03	C2	La2 – La4	N1 – N4
PEK_U02	K1INK_U03	C3	La5 – La8	N1 – N4
PEK_U03	K1INK_U03	C4	La9 – La15	N1 – N4
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K03, K1INK_K07	C1 – C4	La1 – La15	N1 – N4
PEK_K02	K1INK_K01, K1INK_K05	C2 – C4	La1 – La15	N1 – N4

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Optoelektroniczna aparatura pomiarowa....
Nazwa w języku angielskim ...	Optoelectronics measurement devices.....
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...	Inżynieria Kwantowa....
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	...FTP001001WL
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		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)					
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 kontaktu (BK)	0,5		0,5		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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 Zaprezentowanie technologii „.NET”.
- C2 Zapoznanie studentów ze sposobami tworzenia programów dla Windows.
- C3 Przedstawienie najpopularniejszych interfejsów używanych do komunikacji z aparaturą pomiarową.
- C4 Zaprezentowanie podstaw analizy danych pomiarowych.
- C5 Zapoznanie studentów z aktualnie dostępnymi i wykorzystywanymi technologiami w

optoelektronicznej aparaturze pomiarowej.

C6 Przedstawienie sposobów pozyskiwania danych z czujników pomiarowych oraz przesyłania ich do komputera.

C7 Zaprezentowanie sposobów sterowania pracą zewnętrznych urządzeń pomiarowych z poziomu komputera

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Utrwalenie wiedzy z zakresu programowania w języku C++.

PEK_W02 Podstawowa wiedza dotycząca technologii „.NET”.

PEK_W03 Podstawowa wiedza na temat tworzenia aplikacji Windows na potrzeby komputerowej obsługi aparatury pomiarowej.

PEK_W04 Podstawowa wiedza dotycząca budowy i wykorzystania bibliotek DLL.

PEK_W05 Szczegółowa wiedza na temat interfejsów komunikacyjnych wykorzystywanych do sterowania aparaturą pomiarową.

PEK_W06 Szczegółowa wiedza dotycząca standaryzacji protokołów komunikacyjnych z aparaturą pomiarową.

PEK_W07 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza na temat działania i wykorzystania układów elektronicznych takich jak: wzmacniacze operacyjne, przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe.

PEK_W08 Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu budowy i działania fotodetektorów oraz źródeł światła.

PEK_W09 Podstawowa wiedza na temat reprezentacji danych pomiarowych w pamięci komputera.

PEK_W10 Szczegółowa wiedza dotycząca budowy, działania oraz obsługi kamer wideo.

PEK_W11 Podstawowa wiedza na temat cyfrowej analizy sygnałów.

PEK_W12 Podstawowa wiedza na temat cyfrowej analizy informacji obrazowej.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Umiejętność zaplanowania i wykonania eksperymentów związanych z pomiarami parametrów optycznych i elektrycznych fotodetektorów.

PEK_U02 Umiejętność oceny przydatności i możliwości wykorzystania nowoczesnych metod pomiarowych w optoelektronice.

PEK_U03 Umiejętność wykorzystania języków programowania do komputerowej obsługi urządzeń pomiarowych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_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

PEK_K02 Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mające na celu kreatywne rozwiązywanie problemów.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<p>Wprowadzenie: podanie literatury do przedmiotu i warunków zaliczenia.</p> <p>Technologia „.NET”: filozofia .NET, przestrzenie nazw, zmienne zarządzane i niezarządzane.</p> <p>Microsoft Visual Studio: omówienie środowiska programistycznego</p> <p>Elementy aplikacji Windows Forms: kontrolki systemu Windows, konwersje typów, mechanizm zdarzeń</p>	2
Wy2	<p>Biblioteki DLL: mechanizmy ActivX, przygotowanie i korzystanie z biblioteki DLL</p> <p>Reprezentacja danych pomiarowych w pamięci komputera: tworzenie dynamicznych struktur danych (wektory i macierze), Podstawy operacji na strukturach danych (dostęp do elementów, kopiowanie, przeszukiwanie). Podstawy grafiki w Windows.</p>	2
Wy3	<p>Interfejsy komunikacyjne: omówienie protokołów komunikacyjnych oraz zastosowania interfejsów: RS232, USB, FireWire, GPIB, Ethernet</p> <p>Technologie IVI (Interchangeable Virtual Instrument), VISA (Virtual Instrument Software Architecture): omówienie standaryzacji protokołów komunikacyjnych</p>	2
Wy4	<p>Wzmacniacze i przetworniki: wzmacniacz operacyjny, układy wykorzystujące wzmacniacze operacyjne, budowa i działanie przetworników analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych</p>	2
Wy5	<p>Źródła i detektory: budowa i działanie fotodetektorów, budowa i działanie źródeł światła (koherentnych i niekoherentnych)</p>	2
Wy6	<p>Kamery wideo: działanie przetworników obrazu, mechanizmy obsługi cyfrowy i analogowych kamer wideo, wyświetlanie grafiki w Windows</p>	2
Wy7	<p>Podstawy analizy obrazów: przetwarzanie informacji obrazowej, wykonywanie operacji matematycznych na obrazach, filtracja, progowanie, segmentacja, przekształcenia geometryczne i morfologiczne</p>	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Aplikacje Windows Forms: obsługa podstawowych kontrolki Windows,	4
La2	Pomiar ogniskowej soczewki: komputerowa obsługa cyfrowej kamery wideo, sterowanie pracą silników krokowych, wykorzystanie	4

	algorytmu autofocus do oceny ostrego widzenia przedmiotu	
La3	Wyznaczanie charakterystyk spektralnej fotodiody: komputerowa obsługa multimetru cyfrowego, sterowanie pracą monochromatora	4
La4	Skalowanie fotodetektorów: sterowanie pracą zasilacza diody laserowej, komputerowa obsługa miernika mocy optycznej oraz multimetru cyfrowego	4
La5	Cyfrowa analiza obrazów: komunikacja z cyfrowym aparatem fotograficznym, obsługa cyfrowej kamery wideo, komputerowa analiza informacji obrazowej	8
La6	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: komputerowa obsługa karty analogowo-cyfrowej, filtracja cyfrowa, analiza spektralna	4
La7	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

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 KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02,	Zadania projektowe.

	PEK_U03	Konstrukcja i oprogramowanie układu pomiarowego. Wykonanie pomiarów.
P	PEK_W01 ÷ PEK_W12	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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Sławomir Drobczyński
slawomir.drobczynski@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
...Optoelektroniczna aparatura pomiarowa.....
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKUOptyka.....
 I SPECJALNOŚCIInżynieria optyczna.....

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)** K1INK_	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 ÷ PEK_W04, PEK_W9	W07,W08,W11,U9, K01,K05, K07	C1,C2,C4	Wy1 ÷ Wy2	N1,N3
PEK_W05, PEK_W06	W07,U2, K01,K05, K07	C3,C6	Wy3	N1,N2,N3
PEK_W07, PEK_W08	W07,U2, K01,K05, K07	C5	Wy4,Wy5	N1, N2
PEK_W10, PEK_W11, PEK_W12	W07,U13, K01,K05, K07	C6, C7	Wy6,Wy7	N1,N6
PEK_U01	W07,W08,W11, U02,U09-U11, U13, K01-K03,K05-K07	C4,C6,C7	La2 ÷ La6	N3,N4,N5
PEK_U02	W07,W08,W11, U02,U09-U11, U13, K01-K03,K05-K07	C2,C5	La2 ÷ La6	N3,N4,N5
PEK_U03	W07,W08,W11, U02,U09-U11, U13, K01-K03,K05-K07	C1,C2,C4,C6,C 7	La2 ÷ La6	N3,N4,N5

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ ...PPT... / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim ... <i>Inżynierskie systemy informatyczne - Comsol</i>	
Nazwa w języku angielskim ... <i>Computer engineering systems – Comsol</i>	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ... <i>Inżynieria kwantowa</i>	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I / II stopień* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	INP001011WP
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			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 kontaktu (BK)	1			1	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Umiejętność implementacji podanych algorytmów numerycznych.
Podstawowa wiedza z zakresu algebry i analizy matematycznej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy w zakresie działania i stosowania metody elementów skończonych
C2 Nabycie umiejętności przeprowadzenia analizy numerycznej zjawisk fizycznych z wykorzystaniem oprogramowania Comsol
C3 Nabycie kompetencji społecznych w zakresie: rozumienia potrzeby pogłębiania własnej wiedzy, określania priorytetów w realizacji zadania, oraz kolejności realizacji jego etapów, potrzeby ciągłego podnoszenia kompetencji zawodowych, działania w sposób kreatywny.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metody elementów skończonych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi przeprowadzić analizę numeryczną zjawisk fizycznych stosując oprogramowanie Comsol

Z zakresu kompetencji:

PEK_K01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.

PEK_K02 Potrafi określić priorytety w realizacji zadania, oraz kolejność i terminy realizacji jego etapów.

PEK_K03 Rozumie potrzebę ciągłego podnoszenia kompetencji zawodowych

PEK_K04 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, innowacyjny i przedsiębiorczy

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Metoda elementów skończonych: dyskretyzacja, aproksymacja, scalenie i rozwiązywanie układu równań	5h
Wy2	Przedstawienie podstawowych możliwości oprogramowania Comsol: geometria, siatkowanie, fizyka zjawisk, analiza wyników	5h
Wy3	Przedstawienie zaawansowanych możliwości oprogramowania Comsol	5h
	Suma godzin	15h

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
La1	Opracowanie własnej implementacji metody elementów skończonych do wskazanego zagadnienia fizycznego	5h
La2	Opracowanie modelu wskazanego prostego zjawiska fizycznego w środowisku Comsol, przeprowadzenie obliczeń	4h
La3	Opracowanie modelu wskazanego złożonego zjawiska fizycznego w środowisku Comsol, przeprowadzenie obliczeń	6h
	Suma godzin	15h

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład w formie tradycyjnej z wykorzystaniem prezentacji komputerowej

N2. Zajęcia projektowe z rozwiązywaniem problemów fizycznych z wykorzystaniem oprogramowania Comsol.

N3. Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

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_U01, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03, PEK_K04	Ocena realizacji zadanych projektów modelowania problemów fizycznych oraz opracowanych sprawozdań
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Notatki do wykładu w formie elektronicznej udostępnione na stronie internetowej wykładowcy
- [2] Dokumentacja oprogramowania Comsol (<https://www.comsol.eu>)

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

Karol Tarnowski, karol.tarnowski@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Inżynierskie systemy informatyczne - Comsol
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W07	C1	Wy1, La1	N1
PEK_U01	K1INK_U03	C2	Wy2, Wy3, La2, La3	N1, N2
PEK_K01	K1INK_K01	C3	La1, La2, La3	N2, N3
PEK_K02	K1INK_K03	C3	La1, La2, La3	N2, N3
PEK_K03	K1INK_K05	C3	La1, La2, La3	N2, N3
PEK_K04	K1INK_K07	C3	La1, La2, La3	N2, N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ WPPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	PRZETWARZANIE INFORMACJI OBRAZOWEJ
Nazwa w języku angielskim	IMAGE INFORMATION PROCESSING
Kierunek studiów:	INŻYNIERIA KWANTOWA
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	WYBIERALNY
Kod przedmiotu	INP001021L
Grupa kursów	-

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
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 kontaktu (BK)			1		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Podstawowa wiedza z zakresu programowania w Matlabie (zaliczony kurs minimum 15 h).
Kurs przeznaczony jest dla studentów II lub III roku

CELE PRZEDMIOTU

C1. Osiągnięcie przedmiotowych efektów kształcenia

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu **wiedzy**:

PEK_W01 poznanie i rozumienie podstawowych pojęć z zakresu analizy obrazów cyfrowych, poznanie i rozumienie zagadnień związanych z przestrzeniami barwnymi, parametry tych przestrzeni,

PEK_W02 poznanie i rozumienie działania przestrzennych numerycznych filtrów dolno-

- i górnoprzepustowych do złożonej analizy zdjęć cyfrowych, do wyodrębniania treści obrazowej, do przetwarzania informacji obrazowej w zastosowaniach do zdjęć mikroskopowych, spektroskopowych, medycznych, satelitarnych i innych,
- PEK_W03 poznanie i rozumienie działania filtrów fourierowskich do analizy częstotliwościowej zdjęć cyfrowych w celu wyodrębniania treści obrazu lub w celu eliminowania treści,
- PEK_W04 poznanie i rozumienie przekształceń morfologicznych stosowanych do rozpoznawania obiektów w obrazie (rozpoznawanie liter, postaci, przedmiotów i innych obiektów),
- PEK_W05 rozumienie konieczności ustawicznego samokształcenia w zakresie szybko rozwijających się technik numerycznych, technik przetwarzania obrazu,
- PEK_W06 rozumienie wpływu rozwijających się technik komputerowych na jakość życia, na poprawę jakości i efektywności pracy, na poprawę naturalnego środowiska (*green computing*).

Z zakresu **umiejętności:**

- PEK_U01 umiejętność poprawnego stosowania podstawowych pojęć z zakresu technik analizy obrazu,
- PEK_U02 umiejętność przetwarzania treści obrazu przez przeprowadzenie liniowej i nieliniowej filtracji, zmiany treści, redukcji szumu, poprawy jakości,
- PEK_U03 umiejętność przeprowadzenia detekcji krawędzi w obrazie, wykrywania szczegółów spełniających założone kryteria przez zastosowanie macierzy konwolucji dla operatorów różniczkowych,
- PEK_U04 umiejętność zastosowania analizy częstotliwościowej i filtracji częstotliwości, operacji na widmach częstotliwości, umiejętność stosowania dwuwymiarowej dyskretnej transformaty Fouriera i transformaty odwrotnej, w celu wyodrębniania treści obrazu lub jej eliminacji,
- PEK_U05 umiejętność zastosowania przekształceń morfologicznych stosowanych do rozpoznawania obiektów w obrazie (rozpoznawanie liter, postaci, przedmiotów i innych obiektów),
- PEK_U06 umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy, jej krytycznej analizy, umiejętność przedstawiania swojego punktu widzenia, obrony swoich tez, umiejętność skutecznego radzenia sobie z popełnionymi błędami, umiejętność budowania relacji opartych na odpowiedzialności, uczciwości i rzetelności w działaniu.

Z zakresu **kompetencji społecznych:**

- PEK_K01 zwiększenie otwartości na wiedzę i ciekawości świata, w tym świata zaawansowanej techniki komputerowej, udoskonalenie kreatywnego myślenia i poszerzenie horyzontu myślowego,
- PEK_K02 zwiększenie poczucia konieczności dokończenia się, udoskonalenie umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy, udoskonalenie umiejętności krytycznej analizy wyszukanych informacji,
- PEK_K03 budowanie relacji opartych na odpowiedzialności, uczciwości i rzetelności w działaniu, rozwijanie umiejętności czerpania zadowolenia z wykonanych obowiązków, zadań lub przedsięwzięć, podnoszenie konsekwencji w działaniu, branie odpowiedzialności za wyniki własnych działań,
- PEK_K04 rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności,

PEK_K05 udoskonalanie metod wyboru strategii do realizacji najbardziej optymalnego rozwiązania, rozwinięcie zdolności samooceny przy testowaniu własnej pracy, rozwinięcie skutecznej efektywności radzenia sobie z popełnionymi błędami, PEK_K06 podniesienie konkurencyjności naszych absolwentów na rynku pracy.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie teoretyczne do tematu. Operacje na macierzach w Matlabie – powtórka. Wczytanie do macierzy obrazu kolorowego i ze stopniami szarości. Obrót i odbicie obrazu. Negatyw obrazu. Progowanie jasności. Zmiana jasności i kontrastu. Podstawienie jednego koloru innym. Zadanie do wykonania (punktowane).	4
La2	Wprowadzenie teoretyczne do tematu. Wyznaczenie histogramu jasności w obrazie kolorowym i czarno-białym. Wykorzystanie histogramu do automatycznego oznaczenia tła obrazowego (do określenia udziału procentowego jednej informacji w drugiej, np. skład chemiczny na zdjęciu mikroskopowym, poziom absorpcji próbki itp.). Zadanie do wykonania (punktowane).	4
La3	Wprowadzenie teoretyczne do tematu. Operacje na histogramach z wykorzystaniem dystrybuanty jasności. Modelowanie histogramu dla założonego celu. Zadanie do wykonania (punktowane).	4
La4	Wprowadzenie teoretyczne do tematu. Dolnoprzepustowe filtry przestrzenne. Filtry nieliniowe. Redukcja szumu w obrazie i innych elementów niepożądanych. Analiza zdjęć nocnych, zdjęć ultrasonograficznych i spektroskopowych. Zadanie do wykonania (punktowane).	4
La5	Wprowadzenie teoretyczne do tematu. Górnoprzepustowe filtry różniczkowe. Wykrywanie krawędzi, wykrywanie szczegółów spełniających założone kryteria. Składanie filtrów różniczkowych i operatorów. Porównanie wyników. Zadanie do wykonania (punktowane).	4
La6	Wprowadzenie teoretyczne do tematu. Analiza fourierowska obrazów. Filtracja częstotliwości. Wydajność własnego (napisanego przez studenta) algorytmu w porównaniu do szybkiej transformaty Fouriera. Eliminacja jednych obszarów w obrazie i wzmacnianie innych wg zadanych kryteriów. Zadanie do wykonania (punktowane).	4
La7	Wprowadzenie teoretyczne do tematu. Przekształcenia morfologiczne typu szkieletyzacja zastosowane do zdjęć mikroskopowych (np. analiza pęknięć monokryształu). Zadanie do wykonania (punktowane).	4
La8	Całościowe zadanie projektowe do samodzielnego wykonania.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wprowadzenie teoretyczne, poprzedzające laboratorium właściwe.
 N2. Opracowane przykłady obrazów cyfrowych w procesie przetwarzania.
 N3. Opracowane przykłady kodu, omawiane w części wprowadzenia do tematu.
 N4. e-materiały do zajęć umieszczone w Internecie.
 N5. Zadania programistyczne do samodzielnego wykonania.
 N6. Wspólnie wykonywanie poszczególnych elementów/etapów projektu.
 N7. Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
 N8. Praca własna studenta i przygotowanie całościowego projektu.

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_U01 – PEK_U05	Ocena punktowa z zadania kończącego laboratoria.
F2	PEK_U01 – PEK_U05	Ocena punktowa z całościowego zadania projektowego.
P	Suma wszystkich uzyskanych punktów	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. Malina, M. Smiatacz: „Metody cyfrowego przetwarzania obrazów”, Wydawnictwo EXIT, Warszawa 2005,
- [2] Z. Wróbel, R. Koprowski: „Praktyka przetwarzania obrazów z zadaniami” Wydawnictwo EXIT, Warszawa 2008
- [3] M. Stachurski "Metody numeryczne w programie Matlab" Mikom 2003
- [4] Marek Doros, "Przetwarzanie obrazów", Wydawnictwo WSiiz, 2003.
- [5] Anna Zawada-Tomkiewicz, „Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów”, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, 2000.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. Tadeusiewicz, P. Korohoda: „Komputerowa analiza obrazów”, Wyd. UJ, Kraków, 1998
- [2] R. Tadeusiewicz, M. Flasiński: „Rozpoznawanie obrazów”. PWN, 1991
- [3] Andrzej Materka, „Elementy cyfrowego przetwarzania i analizy obrazów”, PWN, 1991.

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

E. Beata Radojewska

beata.radojewska@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
NUMERYCZNA ANALIZA OBRAZU
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **FIZYKA TECHNICZNA**
I SPECJALNOŚCI (wszystkie).

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(wiedza) PEK_W01	K1INK_W07	C1	La1 – La7	N1 - N4
PEK_W02	K1INK_W07	C1	La1 – La7	N1 - N4
PEK_W03	K1INK_W07	C1	La1 – La7	N1 - N4
PEK_W04	K1INK_W07	C1	La1 – La7	N1 - N4
PEK_W05	K1INK_W07	C1	La1 – La7	N1 - N4
PEK_W06	K1INK_W07, K1INK_K08	C1	La1 – La7	N1, N8
(umiejętności) PEK_U01	K1INK_W07, K1INK_U01, K1INK_U12	C1	La1 – La7	N4 – N6, N8
PEK_U02	K1INK_W07, K1INK_U01, K1INK_U12	C1	La1 – La7	N4 – N6, N8
PEK_U03	K1INK_W07, K1INK_U01, K1INK_U12	C1	La1 – La7	N4 – N6, N8
PEK_U04	K1INK_W07, K1INK_U01, K1INK_U12	C1	La1 – La7	N4 – N6, N8
PEK_U05	K1INK_W07, K1INK_U01, K1INK_U12	C1	La1 – La7	N4 – N6, N8
PEK_U06	K1INK_K04	C1	La1 – La8	N7, N8
(kompetencje) PEK_K01	K1INK_K07	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8
PEK_K02	K1INK_K05	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8
PEK_K03	K1INK_K06	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N6, N7, N8
PEK_K04	K1INK_K04	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8
PEK_K05	K1INK_K04	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8
PEK_K06	–	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ WPPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Modelowanie 3D w AutoCAD-zie
Nazwa w języku angielskim	AutoCAD 3D modeling
Kierunek studiów:	INŻYNIERIA KWANTOWA
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	INP001019L
Grupa kursów	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
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 kontaktu (BK)			1		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Podstawowa umiejętność obsługi i znajomość AutoCAD-a w zakresie dwu-wymiarowym (np. kurs „Podstawy grafiki inżynierskiej” z pierwszego roku studiów).
Kurs przeznaczony jest dla studentów II lub III roku.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Osiągnięcie przedmiotowych efektów kształcenia.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu **wiedzy**:

PEK_W01 poznanie i rozumienie podstawowych pojęć z zakresu modelowania trójwymiarowego i wizualizacji rzeczywistości wirtualnej, poznanie i rozumienie przestrzennych układów współrzędnych (ich matematycznych powiązań), poznanie matematycznych obiektów 3D (bryły wraz z rachunkiem boolowskim brył, powierzchnie B-sklejane, powierzchnie wektorowe, powierzchnie tworzone z macierzy $m \times n$ itp.),

PEK_W02 poznanie modelowania własności fizycznych powierzchni obiektów (reflektancja, transmitancja (wraz ze wsp. załamania światła), barwa, chropowatość (wraz mapą uderzeń), teksturowanie itp.) w AutoCADzie,

- PEK_W03 poznanie różnych modeli oświetlenia (model oświetlenia Lamberta, model Phong'a, model Gouraud'a itp.), cechy, zalety i wady tych modeli, korzystanie z tych modeli w AutoCAD-zie,
- PEK_W04 poznanie algorytmów i metod wizualizacji układu obiektów 3D w AutoCADzie, poznanie sposobów renderingu: Monte Carlo - metoda śledzenia biegu promieni (prosta i odwrotna), metoda elementów skończonych - wyznaczanie globalnego rozkładu oświetlenia ('*radiosity*'), a także poznanie sposobów doboru parametrów obiektu do uzyskania właściwego widoku perspektywicznego w AutoCADzie,
- PEK_W05 kompleksowe poznanie narzędzia do modelowania trójwymiarowego i wizualizacji – programu AutoCAD w zakresie 3D,
- PEK_W06 rozumienie konieczności ustawicznego samokształcenia w zakresie modelowania przestrzennego, szybko rozwijającej się dziedziny informatyki stosowanej o fizycznych korzeniach.

Z zakresu **umiejętności:**

- PEK_U01 umiejętność efektywnego korzystania z narzędzia do modelowania przestrzennego – programu AutoCAD ,
- PEK_U02 umiejętność tworzenia dowolnej geometrii trójwymiarowej (bryły wraz z rachunkiem boolowskim brył, powierzchnie *B*-sklejane, powierzchnie wektorowe, powierzchnie tworzone z macierzy $m \times n$ itp.),
- PEK_U03 umiejętność tworzenia (symulacji) cech fizycznych powierzchni (rzeczywistych i wirtualnych) w AutoCAD-zie,
- PEK_U04 umiejętność wykonania złożonego modelu komputerowego 3D o zadanych parametrach fizycznych (reflektancja, transmitancja (wraz ze wsp. załamania światła), barwa, chropowatość (wraz mapą uderzeń), teksturowanie itp.),
- PEK_U05 umiejętność wykonania wizualizacji realistycznej modelu 3D według zadanego modelu fizycznego (metoda śledzenia biegu promieni wstecz z zadaną liczbą promieni wtórnych itp.), porównanie wyników z różnymi parametrami metody,
- PEK_U06 umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy, jej krytycznej analizy, umiejętność przedstawiania swojego punktu widzenia, umiejętność skutecznego radzenia sobie z popełnionymi błędami, umiejętność budowania relacji opartych na odpowiedzialności, uczciwości i rzetelności w działaniu.

Z zakresu **kompetencji społecznych:**

- PEK_K01 zwiększenie otwartości na wiedzę i ciekawości świata, w tym świata zaawansowanej techniki komputerowej, udoskonalenie kreatywnego myślenia i poszerzenie horyzontu myślowego,
- PEK_K02 zwiększenie poczucia konieczności dokształcania się, udoskonalenie umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy, udoskonalenie umiejętności krytycznej analizy wyszukanych informacji,
- PEK_K03 budowanie relacji opartych na odpowiedzialności, uczciwości i rzetelności w działaniu, rozwijanie umiejętności czerpania zadowolenia z wykonanych obowiązków, zadań lub przedsięwzięć, podnoszenie konsekwencji w działaniu, branie odpowiedzialności za wyniki własnych dokonań,
- PEK_K04 rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności,
- PEK_K05 udoskonalanie metod wyboru strategii do realizacji najbardziej optymalnego rozwiązania, rozwinięcie zdolności samooceny przy testowaniu własnej pracy, rozwinięcie skutecznej efektywności radzenia sobie z popełnionymi błędami,
- PEK_K06 podniesienie konkurencyjności naszych absolwentów na rynku pracy.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wstęp teoretyczny do tematu. Wprowadzenie do trójwymiarowych funkcji AutoCADa. Tworzenie brył prymitywnych i uprzestrzennianie obiektów dwuwymiarowych. Zmiana punktu obserwacji. Orbita obserwacyjna. Modyfikacje położenia obiektów. Korzystanie z kartezjańskiego i cylindrycznego układu współrzędnych. Odczytywanie położenia. Tworzenie nowych układów współrzędnych. Punktowane zadanie projektowe kończące laboratorium.	4
La2	Wstęp teoretyczny do tematu. Stworzenie geometrii 3D i prezentacja tego układu. Korzystanie z modelu krawędziowego i modelu cieniowanego. Obserwacja różnicy między algorytmami Phonga i Gouraud. Triangulacja z różnymi poziomami teselacji. Punktowane zadanie projektowe kończące laboratorium.	4
La3	Wstęp teoretyczny do tematu. Operacje boolowskie dla brył: suma, różnica, iloczyn brył. Boolowskie operacje zagnieżdżone. Różne drogi dojścia do tego samego efektu końcowego. Punktowane zadanie projektowe kończące laboratorium.	4
La4	Wstęp teoretyczny do tematu. Korzystanie z powierzchni wektorowych i powierzchni B-sklejanych. Tworzenie geometrii 3D z tych obiektów. Zarządzanie dokładnością odwzorowania powierzchni krzywoliniowych (dokładność odwzorowania krzywizny). Modyfikacje powierzchni. Punktowane zadanie projektowe kończące laboratorium.	4
La5	Wstęp teoretyczny do tematu. Własności fizyczne powierzchni obiektu 3D (reflektancja, transmitancja (wraz ze wsp. załamania światła), barwa, chropowatość (wraz mapą uderzeń) itp.). Teksturowanie powierzchni obiektu w celu zwiększenia realizmu. Osiągnięcie efektu soczewkowego dzięki ustaleniu odpowiedniego współczynnika załamania światła. Ocena realizmu. Punktowane zadanie projektowe kończące laboratorium.	4
La6	Wstęp teoretyczny do tematu. Ustawienie widoku dla układu obiektów 3D. Ustalanie parametrów obiektywu dla widoku perspektywicznego (ogniskowa, apertura, kąt widzenia, położenie, kierunek). Wykonanie renderingów i porównanie wyników. Punktowane zadanie projektowe kończące laboratorium.	4
La7	Wstęp teoretyczny do tematu. Wprowadzenie do sceny oświetlenia: według modelu Lamberta lub modelu Phonga. Praktyczne różnice między nimi. Rzucanie cienia. Znaczenie położenia źródła światła dla efektu końcowego. Ocena wizualna wyników. Punktowane zadanie projektowe kończące laboratorium.	4
La8	Całościowe zadanie projektowe (punktowane podwójnie).	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wstęp teoretyczny do każdego laboratorium, umieszczony w Internecie.

- N2. Przykłady ilustrujące poszczególne zagadnienia.
 N3. Zagadnienia do samodzielnego przemyślenia.
 N4. e-materiały do laboratorium umieszczone w Internecie.
 N5. Zadania projektowe do samodzielnego wykonania na laboratorium.
 N6. Wspólnie na laboratorium wykonywanie poszczególnych elementów/etapów projektu 3D.
 N7. Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
 N8. Praca własna studenta – przygotowanie do całościowego projektu 3D.

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_U01 – PEK_U06	Ocena punktowa z zadania kończącego laboratoria.
F2	PEK_U01 – PEK_U06	Ocena punktowa z całościowego zadania projektowego.
P	Suma wszystkich uzyskanych punktów.	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] B.Radojewska „e-materiały do wykładu i laboratoriów”, 2016.
- [2] T. Bogaczyk, T. Romaszkiwicz-Białas “Trzydzieści wykładów z geometrii wykreślnej” Wydawnictwo PWr, 2010
- [3] A.Pikoń „AutoCAD” Helion 2016.
- [4] A.Pikoń „Ćwiczenia w AutoCADzie” Helion 2014.
- [5] James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner, John F. Hughes, Richard L. Phillips, „Wprowadzenie do grafiki komputerowej”, WNT, 2001.
- [6] Tomas Akenine-Moller, Eric Haines, Naty Hoffman, "Real-Time Rendering", AKPeters, 2008.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Dokumentacja techniczna zainstalowanego oprogramowania (plik pomocy).
- [2] Tutoriale nt. AutoCADa w Internecie.
- [3] Fletcher Dunn, Ian Parberry, "3D Math Primer for Graphics Development", Wordware Publishing Inc., 2002.
- [4] Eric Lengyel, "Mathematics for 3D Programming and Computer Graphics", Course Technology, 2012.
- [5] Ian Millington, "Game Physics Engine Development", Elsevier (Morgan Kaufmann Publishers), 2010.

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

E.Beata Radojewska

beata.radojewska@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Modelowanie 3D w AutoCAD-zie
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA KWANTOWA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(wiedza) PEK_W01	K1INK_W02	C1	La1 – La7	N1 - N8
PEK_W02	K1INK_W01	C1	La1 – La7	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_W03	K1INK_W01	C1	La1 – La7	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_W04	K1INK_W01, K1INK_W07	C1	La1 – La7	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_W05	K1INK_U13	C1	La1 – La7	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_W06	K1INK_U06, K1INK_K01, K1INK_K05	C1	La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
(umiejętności) PEK_U01	K1INK_U13	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_U02	K1INK_U13	C1	La4	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U13	C1	La5	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_U04	K1INK_U01, K1INK_U13	C1	La1 – La7	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_U05	K1INK_U01, K1INK_U13	C1	La1 – La7	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_U06	K1INK_U06, K1INK_K01, K1INK_K03 - K1INK_7	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
(kompetencje) PEK_K01	K1INK_K07	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K02	K1INK_K01	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K03	K1INK_K04	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K04	K1INK_K03	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K05	K1INK_K03	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8
PEK_K06	–	C1	La1 – La8	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N8

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Wprowadzenie do algorytmiki	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Introduction to algorithms	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I / stacjonarna /	
Rodzaj przedmiotu: wybieralny	
Kod przedmiotu INP001040W1	
Grupa kursów TAK	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	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)	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

1. Ukończony kurs analizy matematycznej 1
2. Ukończony kurs programowania

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi problemami algorytmicznymi
 C2 Przedstawienie podstawowych algorytmów i technik ich analizy

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Zna podstawowe pojęcia algorytmiki

PEU_W02 Zna podstawowe algorytmy i metody ich analizy

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Umie zaimplementować prosty algorytm

PEU_U02 Umie przeprowadzić analizę wybranych algorytmów oraz weryfikację ich za pomocą eksperymentów.

Z zakresu kompetencji społecznych:

-

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia algorytmiki i notacja asymptotyczna	2h
Wy2	Równania rekurencyjne	3h
Wy3	Podstawowe struktury danych	4h
Wy4	Sortowanie	5h
Wy5	Programowanie dynamiczne	4h
Wy6	Algorytmy zachłanne	4h
Wy7	Algorytmy grafowe	8h
	Suma godzin	30h

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Analiza eksperymentalna algorytmów	2h
La2	Sortowanie	2h
La3	Struktury danych	6h
La4	Programowanie dynamiczne	2h
La5	Algorytmy grafowe	3h
	Suma godzin	15h

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Tradycyjny wykład

N2. Analiza algorytmów

N3.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca	Numer efektu	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
----------------------	--------------	---

(w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	uczenia się	
F1	PEU_W1, PEU_W2	Egzamin
F2	PEU_U1, PEU_U2	Ocena zadań
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S. Dasgupta, C. H. Papadimitriou, U. V. Vazirani, Algorithms, McGraw-Hill Science/Engineering/Math;
- [2] T.H. Cormen, Ch. E. Leiserson, R. L. Rivest, Wprowadzenie do algorytmów, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. L. Graham, D. E. Knuth, O. Patashnik, Matematyka konkretna, PWN

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

Prof. Marek Klonowski, Marek.Klonowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Kryptografia klasyczna	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Classical Cryptography	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria Kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I stopień / stacjonarna /	
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	INP001039W, INP001039C
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	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)	0	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

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. algebra 1 i 2
2. podstawy informatyki

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01- wiedza dotycząca kryptografii klasycznej.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - umiejętność stosowania metod algebry modularnej, teorii grup i teorii liczb w analizie klasycznych systemów kryptograficznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEU_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEU_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Historia kryptografii od starożytności do zimnej wojny.	3
Wy2	Podstawowe pojęcia matematyczne: systemy liczbowe, zasada indukcji, liczba operacji na bitach, złożoność obliczeniowa, notacje O , Ω i Θ .	3
Wy3	Największy wspólny dzielnik, całkowitoliczbowe kombinacje liczbowe, algorytm Euklidesa	2
Wy4	Rozszerzony algorytm Euklidesa. Liczby pierwsze i faktoryzacja liczb złożonych. Liczby Fermata.	2
Wy5	Relacja kongruencji.	2
Wy6	Struktury algebraiczne: półgrupy, monoidy, grupy, pierścienie i ciała.	3
Wy7	Pierścień klas reszt i jego struktura. Grupy cykliczne i podgrupy.	2
Wy8	Chińskie twierdzenie o resztach, rozkład pierścienia, funkcja Eulera, twierdzenie Lagrange'a, Eulera, Fermata.	2
Wy9	Systemy szyfrowania. Kryptoanaliza. Szyfry blokowe. Tryby ECB i CBC. Szyfry strumieniowe. Szyfry afiniczne. Szyfr Hilla. Szyfr przestawieniowy.	2
Wy10	Szyfr RSA: generowanie kluczy, szyfrowanie. Twierdzenie RSA, rozszyfrowywanie kryptogramów. Bezpieczeństwo RSA. RSA i faktoryzacja. Ataki na RSA.	3
Wy11	Liczby pierwsze. Sita (Eratostenesa, Sundarama, Atkina-Bernsteina). Liczby Mersenn'a. Generowanie liczb pierwszych. Testy pierwszościami. Test Fermata i liczby pseudopierwsze. Liczby Carmichaela. Test Millera-Rabina. Świadkowie złożoności.	2
Wy12	Faktoryzacja liczb złożonych, szyfry Rabina, ElGamala. Logarytmy dyskretne. Wymiana kluczy Diffiego-Hellmana.	2
Wy13	Technologia blockchain. Kryptowaluta bitcoin.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Sprawy organizacyjne. Szyfrowanie i kryptoanaliza szyfrów historycznych.	2
Ćw2	Systemy liczbowe i złożoności obliczeniowa. Własności podzielności.	1
Ćw3	Algorytm Euklidesa i rozszerzony algorytm Euklidesa. Algebra modularna. Kongruencje i układy kongruencji.	2
Ćw4	Największy wspólny dzielnik i najmniejsza wspólna wielokrotność. Chińskie twierdzenie o resztach. Szybkie potęgowanie modułowe. Funkcja Eulera.	2
Ćw5	Chińskie twierdzenie o resztach. Szybkie potęgowanie modułowe. Funkcja Eulera.	2
Ćw6	Teoria grup i pierścieni. Wyznaczanie generatorów i określanie rzędu elementów grupy multiplikatywnej.	2
Ćw7	Liczby pierwsze. Liczby Mersenn'a. Test Fermata i liczby pseudopierwsze. Liczby Carmichaela.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład – forma tradycyjna.</p> <p>N2. Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań, kartkówki, szyfrowanie i kryptoanaliza w grupach</p> <p>N3. Konsultacje.</p> <p>N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.</p>

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_K01 \times PEK_K03 PEK_U01	Ćwiczenia: kolokwium, aktywność na zajęciach, kartkówki.
F2	PEK_W01; PEK_U01	Wykład: kolokwium pisemne.
P=F1 (zaliczenie ćwiczeń), P=F2 (ocena z wykładu)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p>LITERATURA PODSTAWOWA:</p> <p>[1] J. A. Buchmann -- Wprowadzenie do kryptografii, Warszawa 2006</p> <p>[2] N. Koblitz – Wykłady z teorii liczb i kryptografii, Warszawa 2006</p> <p>[3] N. Koblitz – Algebraiczne aspekty kryptografii, Warszawa 2000</p> <p>[4] C. Bagiński – Wstęp do teorii grup, Warszawa 2002</p>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Białynicki-Birula – Algebra, Warszawa 1980
- [2] D. Kahn - Łamacze kodów. Historia kryptografii, Warszawa 2004
- [3] J. Gomez – Matematycy szpiegzy i hakerzy, 2012
- [4] M. Karbowski – Podstawy kryptografii, Gliwice 2014
- [5] M. I. Kargapólow, J. I. Mierzlakow – Podstawy teorii grup, Warszawa 1989

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**Konrad Wieczorek, konrad.wieczorek@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim Teoria Względności	
Nazwa w języku angielskim Theory of Relativity	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma: I / H 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				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
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 kontaktu (BK)	2				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu mechaniki klasycznej i matematyki wyższej (analiza, algebra)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabyć podstawowej wiedzy z zakresu teorii względności
- C2 Utrwalanie kompetencji społecznych, takich jak: odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów panujących w środowisku akademickim i społeczeństwie

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 rozumie znaczenie fizyki dla postępu nauk przyrodniczych i technicznych, dla poznania świata oraz dla rozwoju cywilizacyjnego
- PEK_W02 ma ogólną wiedzę w zakresie podstaw teorii względności

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi posługiwać się aparatem matematycznym z zakresu matematyki wyższej w rozwiązywaniu nieskomplikowanych zagadnień z teorii względności

PEK_U02 potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z problemami dotyczącymi geodezyjnych (zerowych i czasowych), potrafi sformułować wnioski jakościowe; potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę i konieczność ciągłego doksztalcania się, w tym samokształcenia, pracy w grupie; rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji dotyczących osiągnięć fizyki; potrafi przekazać takie informacje; rozumie potrzebę popularyzacji fizyki

PEK_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	Elementy szczególnej teorii względności	2
Wy2	Formalizm kowariantny: wektory i tensory	2
Wy3	Tensor metryczny	2
Wy4	Przybliżenie słabego pola grawitacyjnego	4
Wy5	Równanie Einsteina	4
Wy6	Rozwiązanie Schwarzschilda	2
Wy7	Geodezyjne czasowe i zerowe – sfera fotonowa	4
Wy8	Czasoprzestrzeń Reissnera-Nordströma; czasoprzestrzeń Kerra	2
Wy9	Efekty Penrose’a oraz Banadosa-Silka-Westa	4
Wy10	Diagramy Penrose’a	2
Wy11	Wnętrze czarnej dziury: anizotropowa kosmologia	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny
N2. Zasoby cyfrowe
N4. Konsultacje
N5. Praca własna

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_U02,	Odpowiedzi ustne, dyskusje,
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_K01, PEK_K02.	Zaliczenie pisemne
P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] S. Weinberg, *Principles of Gravitation and Cosmology*

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] A. Radosz, *Czarne Dziury*, Wrocław 2021

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

prof. dr hab. Andrzej Radosz, Andrzej.Radosz@pwr.edu.pl
prof. Paweł Gusin, Pawel.Gusin@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Teoria względności
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa WPPT

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W01	C1	Wy1	N1, N3, N4
PEK_W02	K1INK_W01	C1	Wy1-Wy11	N1, N3, N4
PEK_K01	K1INK_K01	C1	Wy1-Wy11	N1
PEK_K02	K1INK_K04, K1INK_K06	C2	Wy1	N1,N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Kwantowa teoria układów wielu cząstek
Nazwa w języku angielskim	Quantum many-body physics
Kierunek studiów:	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Wybieralny
Kod przedmiotu	FZP001096W
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	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				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. Analiza matematyczna
2. Algebra
2. Metody matematyczne fizyki
3. Mechanika kwantowa
4. Fizyka statystyczna

CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy dotyczącej formalizmu używanego w opisie układów wielu oddziałujących cząstek kwantowych.

C2 Nabycie podstawowych umiejętności dotyczących wykonywania prostych obliczeń numerycznych dla układów oddziałujących cząstek kwantowych.

C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących potrzebę dalszego kształcenia oraz kreatywnego myślenia. Utrwalanie poczucia konieczności ciągłego rozwijania kompetencji zawodowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01- wiedza dotycząca formalizmu matematycznego wykorzystywanego w teorii fazy skondensowanej oraz w kwantowej fizyce statystycznej

PEK_W02 – wiedza dotycząca podstawowych modeli ciasnego wiązania badanych w teorii fazy skondensowanej

PEK_W03 – podstawowa wiedza dotycząca termodynamicznych funkcji Greena oraz ich związku z wielkościami mierzonymi we współczesnych eksperymentach

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umiejętność posługiwania się operatorami kreacji, anihilacji oraz operatorami spinu

PEK_U02 - umiejętność zrozumienia modelami ciasnego wiązania, wykorzystywanych we współczesnych badaniach naukowych

PEK_U03 – umiejętność konstrukcji przestrzeni Fock'a, oraz budowania i diagonalizacja macierzy hamiltonianów w modelach ciasnego wiązania

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEK_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEK_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przestrzeń Fock'a oraz operatory kreacji i anihilacji.	4
Wy2	Operatory spinu oraz ich najważniejsze transformacje do operatorów fermionowych i bozonowych.	2
Wy3	Wyprowadzenie rozkładów Fermiego-Diraca oraz Bosego-Einsteina z reguł komutacji dla operatorów kreacji oraz anihilacji.	2
Wy4	Podstawowe modele ciasnego wiązania: Heisenberga, XXZ, Isinga, Hubbarda, t-J.	2
Wy5	Konstrukcja macierzy wybranych hamiltonianów.	2
Wy6	Koncepcja kwazicząstek na podstawie magnonów w ferromagnetyku.	3
Wy7	Podatności układów kwantowych w ujęciu teorii Kubo liniowej reakcji układu.	3

Wy8	Podstawowe własności termodynamicznych funkcji Greena na osi rzeczywistej. Funkcje spektralne, lokalna gęstość stanów.	3
Wy9	Funkcje Greena Matsubary.	3
Wy10	Twierdzenie Wicka i podstawy rachunku zaburzeń.	3
Wy11	Przykładowe zastosowanie funkcji Greena: nadprzewodnictwo.	3
	Suma godzin	30

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład – forma tradycyjna.
 N2. Konsultacje.
 N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia.

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_W03, PEK_U01-PEK_U03, PEK_K01-PEK_K03	Pisemne kolokwium.
P=F1 (zaliczenie wykładu)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Józef Spałek, „Wstęp do fizyki fazy skondensowanej”, PWN2. Fetter A.L., Walecka J.D.: „Kwantowa teoria układów wielu cząstek”, PWN |
|--|

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Gerald D. Mahan., „Many-particle physics”, Springer |
|--|

<u>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</u>

Marcin Mierzejewski, marcin.mierzejewski@pwr.edu.pl
--

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Kwantowa teoria układów wielu cząstek
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K11NK_W04	C1	Wy1,Wy2, Wy3,Wy7	N1,N2,N3
PEK_W02	K11NK_W06	C1	Wy4-Wy6, Wy11	N1,N2,N3
PEK_W03	K11NK_W04	C1	Wy7-Wy10	N1,N2,N3
PEK_U01 (umiejętności)	K11NK_U01	C2	Wy1,Wy2	N1,N2,N3
PEK_U02	K11NK_U06, K11NK_U08	C2	Wy4,Wy6, Wy11	N1,N2,N3
PEK_U03	K11NK_U12	C2	Wy5	N1,N2,N3
PEK_K01 (kompetencje)	K11NK_K07	C3	Wy1-Wy11	N1,N2,N3
PEK_K02	K11NK_K05	C3	Wy1-Wy11	N1,N2,N3
PEK_K03	K11NK_K01	C3	Wy1-Wy11	N1,N2,N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim Kosmologia	
Nazwa w języku angielskim Cosmology	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): inżynieria kwantowa	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma: I / H-stopień* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu	FZP001108W
Grupa kursów	FAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
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 kontaktu (BK)	2				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu mechaniki klasycznej i podstaw fizyki kwantowej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabywanie podstawowej wiedzy z zakresu kosmologii
- C2 Utrwalanie kompetencji społecznych, takich jak: odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów panujących w środowisku akademickim i społeczeństwie

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 rozumie znaczenie fizyki dla postępu nauk przyrodniczych i technicznych, dla poznania świata oraz dla rozwoju cywilizacyjnego

PEK_W02 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących

rozszerzającego się Wszechświata

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi posługiwać się aparatem matematycznym z zakresu matematyki wyższej w rozstrzygnięciu zagadnień dotyczących wszechświata w skali makroskopowej

PEK_U02 potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe, potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 rozumie potrzebę i konieczność ciągłego doksztalcania się, w tym samokształcenia, pracy w grupie; rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji dotyczących osiągnięć fizyki; potrafi przekazać takie informacje; rozumie potrzebę popularyzacji fizyki

PEK_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	Paradoks nocnego nieba	2
Wy2	Izotropowy i jednorodny wszechświat	2
Wy3	Formalizm: wektory kontra- i kowariantne, tensory	2
Wy4	Tensor metryczny Metryka Robertsona - Walkera	4
Wy5	Równanie Friedmanna	2
Wy6	Scenariusze ewolucji	2
Wy7	Dynamiczna i termodynamiczna ekspansja	2
Wy8	Scenariusz Wielkiego Wybuchu	2
Wy9	Hipoteza inflacyjna	2
Wy10	Pochodzenie pierwiastków: wodór i hel	2
Wy11	Inne pierwiastki	2
Wy12	Materia ciemna	2
Wy13	Ciemna energia i entropia wszechświata	2
Wy14	Kwantowa granica Wielkiego Wybuchu	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny N2. Zasoby cyfrowe N4. Konsultacje N5. Praca własna

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_U02,	Odpowiedzi ustne, dyskusje,
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_K01, PEK_K02.	Zaliczenie pisemne
P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] M. Roos, <i>Introduction to Cosmology</i> [2] Ł. Radościński, A. Radosz, <i>Introduction to Relativity and Cosmology</i>, Wrocław 2011</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] S. Weinberg, <i>Gravitation and Cosmology</i></p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
prof. dr hab. Andrzej Radosz, Andrzej.Radosz@pwr.edu.pl prof. Paweł Gusin, Pawel.Gusin@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Wstęp do Kosmologii
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa WPPT

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K1INK_W01	C1	Wy1	N1, N3, N4
PEK_W02	K1INK_W01	C1	Wy1-Wy11	N1, N3, N4
PEK_K01	K1IKW_K01	C1	Wy1-Wy11	N1
PEK_K02	K1INK_K04, K1INK_K06	C2	Wy1	N1,N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej