

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna - New

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT new

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie Komputerowe - New

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wprowadzenie do klasycznej i kwantowej teorii pola w zastosowaniach w fizyce i inżynierii materiałowej
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Introduction to classical and quantum field theory in applications to physics and material sciences
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF FT NEW oIIS D2 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	1

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
1	15	0	0	15	0	15

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Nauka podstawowych metod klasycznej teorii pola i jej zastosowań do fizyki oraz inżynierii materiałowej.

Cel 2 Nauka podstawowych metod kwantowej teorii pola i jej zastosowań do fizyki oraz inżynierii materiałowej. Cel przedmiotu 2

Cel 3 Nauka pracy w grupie nad projektem.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość fizyki klasycznej na poziomie kursów z mechaniki, elektryczności i magnetyzmu oraz fizyki statystycznej (oraz termodynamiki).
- 2 Znajomość podstawowych zagadnień z mechaniki kwantowej.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student będzie znał podstawowe narzędzia klasycznej teorii pola w fizyce i inżynierii materiałowej.

EK2 Umiejętności Student będzie umiał zastosować podstawowe narzędzia klasycznej teorii pola w fizyce i inżynierii materiałowej.

EK3 Wiedza Student będzie znał podstawowe narzędzia kwantowej teorii pola w fizyce i inżynierii materiałowej.

EK4 Umiejętności Student będzie umiał zastosować podstawowe narzędzia kwantowej teorii pola w fizyce i inżynierii materiałowej.

EK5 Kompetencje społeczne Student będzie potrafił pracować w grupie wykorzystując zdobyte kompetencje społeczne.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Praca nad projektem z wybranych zastosowań klasycznej i kwantowej teorii pola w fizyce oraz inżynierii materiałowej.	15

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	1) Podstawy matematyczne: różniczkowalność, przestrzeń styczna (pola wektorowe i podstawowe operacje), przestrzeń kostyczna (formy różniczkowe i podstawowe operacje), całkowanie po różniczkach (tw. Stokesa), lemat Poincarégo i potencjały, twierdzenie Frobeniusa - więzy holonomiczne i termodynamika, przestrzeń kontaktowa i symplektyczna, podstawy geometrii Riemannowskiej (koneksja, tensor krzywizny), wiązki włókniste i zastosowania, rachunek wariacyjny; 2) Podstawy klasycznej teorii pola: Mechanika Lagrange'a na wiązce stycznej (Lagrange, tw. Noether i zachowane prądy); Mechanika Hamiltonowska na wiązce kostycznej (równania Hamilton i Hamiltona-Jacobiego, zachowanie objętości przepływu hamiltonowskiego w przestrzeni fazowej klasyczna zasada nieoznaczoności), całkowalność układów na przykładach, nietrywialne konfiguracje topologiczne: solitony i instantony, klasyczne pola Kleina-Gordona, Diraca, Elektromagnetyczne, techniki obliczania propagatorów przy użyciu transformaty Fouriera, algebry Clifforda i spin jako podwójne nakrycie grupy obrotów, kinematyka relatywistyczna, grupy i algebry Liego (SO, SU, Sp). 3) Wprowadzenie do metamateriałów jak zaprojektować czapkę niewidkę.	7
W2	1) Podstawowe wiadomości z mechaniki kwantowej: bozonowy i fermionowy oscylator harmoniczny, reprezentacja liczby obsadzeń, przestrzeń Focka, obrazy Schrödingera, Heisenberga i Diraca/oddziaływania oraz rachunek perturbacyjny. 2) Potrzeba drugiego kwantowania: pola kwantowe jako operatory, przykład z fizyki cząstek i fizyki ciała stałego. 3) Całka po trajektoriach dla równania Schrödingera oraz teorii Kleina-Gordona, Diraca oraz Elektromagnetyzmu. 4) Rachunek perturbacyjny przy użyciu diagramów Feynmana teoria ϕ^4 . 5) Podstawowe techniki obliczania diagramów Feynmana regularyzacja wymiarowa. 6) Renormalizacja w zastosowaniach do fizyki cząstek i fizyki statystycznej/inżynierii materiałowej. 7) Przekrój czynny. 8) Elektrodynamika kwantowa obliczanie sum po polaryzacjach, trzy podstawowe procesy: wzór Ruthforda, Motta oraz rozpraszanie Comptona. Projektowanie materiałów chroniących przed promieniowaniem jonizującym. 9) Zastosowanie do fizyki ciała stałego materiały o unikalnych własnościach i ich zastosowanie: nadprzewodnictwo, nadpłynność i ułamkowy efekt Halla. 10) Wprowadzenie do nieabelowych teorii cechowania: oddziaływania elektroslabe, chromodynamika kwantowa, efekt Higgsa i łamanie symetrii (bozony Goldstone'a) w fizyce cząstek i przejściach fazowych. 11) Wprowadzenie do współczesnych nurtów fizyki: kwantowa grawitacja, teoria strun, supersymetria.	7
W3	Prezentacja projektów.	1

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Modelowanie komputerowe (Mathematica, Maple, Maxima, C/C++, Python) wybranych zagadnień z następujących działów: 1) Podstawy matematyczne: różniczkowalność, przestrzeń styczna (pola wektorowe i podstawowe operacje), przestrzeń kostyczna (formy różniczkowe i podstawowe operacje), całkowanie po różniczkach (tw. Stokesa), lemat Poincariego i potencjały, twierdzenie Frobeniusa - więzy holonomiczne i termodynamika, przestrzenie kontaktowe i symplektyczne, podstawy geometrii Riemannowskiej (koneksja, tensor krzywizny), wiązki włókniste i zastosowania, rachunek wariacyjny; 2) Podstawy klasycznej teorii pola: Mechanika Lagrange'a na wiązce stycznej (Lagrange'ian, tw. Noether i zachowane prądy); Mechanika Hamiltonowska na wiązce kostycznej (równania Hamilton i Hamiltona-Jacobiego, zachowanie objętości przepływu hamiltonowskiego w przestrzeni fazowej klasyczna zasada nieoznaczoności), całkowalność układów na przykładach, nietrywialne konfiguracje topologiczne: solitony i instantony, klasyczne pola Kleina-Gordona, Diraca, Elektromagnetyczne, techniki obliczania propagatorów przy użyciu transformaty Fouriera, algebry Clifforda i spin jako podwójne nakrycie grupy obrotów, kinematyka relatywistyczna, grupy i algebry Liego (SO, SU, Sp). 3) Wprowadzenie do metamateriałów jak zaprojektować czapkę niewidkę.	8
K2	Modelowanie komputerowe (Mathematica, Maple, Maxima, C/C++, Python) wybranych zagadnień z następujących działów: 1) Podstawowe wiadomości z mechaniki kwantowej: bozonowy i fermionowy oscylator harmoniczny, reprezentacja liczby obsadzeń, przestrzeń Focka, obrazy Schrodingera, Heisenberga i Diraca/oddziaływania oraz rachunek perturbacyjny. 2) Potrzeba drugiego kwantowania: pola kwantowe jako operatory, przykład z fizyki cząstek i fizyki ciała stałego. 3) Całka po trajektoriach dla równania Schrodingera oraz teorii Kleina-Gordona, Diraca oraz Elektromagnetyzmu. 4) Rachunek perturbacyjny przy użyciu diagramów Feynmana teoria ϕ^6 . 5) Podstawowe techniki obliczania diagramów Feynmana regularyzacja wymiarowa. 6) Renormalizacja w zastosowaniach do fizyki cząstek i fizyki statystycznej/inżynierii materiałowej. 7) Przekrój czynny. 8) Elektrodynamika kwantowa obliczanie sum po polaryzacjach, trzy podstawowe procesy: wzór Ruthforda, Motta oraz rozpraszanie Comptona. Projektowanie materiałów chroniących przed promieniowaniem jonizującym. 9) Zastosowanie do fizyki ciała stałego materiały o unikalnych własnościach i ich zastosowanie: nadprzewodnictwo, nadpłynność i ułamkowy efekt Halla. 10) Wprowadzenie do nieabelowych teorii cechowania: oddziaływania elektroslabe, chromodynamika kwantowa, efekt Higgsa i łamanie symetrii (bozony Goldstone'a) w fizyce cząstek i przejściach fazowych. 11) Wprowadzenie do współczesnych nurtów fizyki: kwantowa grawitacja, teoria strun, supersymetria.	7

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Dyskusja

N4 Zadania tablicowe

N5 Ćwiczenia laboratoryjne

N6 Ćwiczenia projektowe

N7 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	75
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Projekt zespołowy

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 70% obecność na zajęciach

W2 Pozytywne wyniki ocen formujących

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt zespołowy

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na wyższą ocenę.
NA OCENĘ 3.0	Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Posiada 60% -70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Posiada 70% -80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Posiada 80% -90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	Posiada 90% -100% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na wyższą ocenę.
NA OCENĘ 3.0	Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Posiada 60% -70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Posiada 70% -80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Posiada 80% -90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	Posiada 90% -100% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na wyższą ocenę.
NA OCENĘ 3.0	Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Posiada 60% -70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Posiada 70% -80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Posiada 80% -90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	Posiada 90% -100% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na wyższą ocenę.
NA OCENĘ 3.0	Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Posiada 60% -70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Posiada 70% -80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Posiada 80% -90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	Posiada 90% -100% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na wyższą ocenę.
NA OCENĘ 3.0	Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 3.5	Posiada 60% -70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.0	Posiada 70% -80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 4.5	Posiada 80% -90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.
NA OCENĘ 5.0	Posiada 90% -100% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W01 K_W03 K_W06 K_W07b K_W08 K_W10	Cel 1	W1	N1 N2 N3 N7	F1 F2 P1
EK2	K_U01b K_U02 K_U03b K_U04b K_U07b K_U10b K_U11 K_U12 K_U13 K_U14 K_U15 K_U16b	Cel 1	P1 K1 K2	N4 N5 N6 N7	F1 F2 P1
EK3	K_W01 K_W03 K_W06 K_W07b K_W08 K_W09b K_W10	Cel 2	W2	N1 N2 N3 N7	F1 F2 P1
EK4	K_U01b K_U02 K_U03b K_U04b K_U07b K_U10b K_U11 K_U12 K_U13 K_U14 K_U15 K_U16b K_U17 K_U19 K_U20 K_U21	Cel 2	P1 K1 K2	N4 N5 N6 N7	F1 F2 P1
EK5	K_K01 K_K02 K_K03 K_K04 K_K05	Cel 3	P1	N6 N7	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | K. Meissner — *Klasyczna teoria pola*, , 2002, PWN
- [2] | L. Landau, J. Lifszyc — *Teoria Pola*, , 2021, PWN
- [3] | H. Nastase — *Classical Field Theory*, , 2019, Cambridge

[4] M. Peskin, E. Schroeder — *An Introduction to Quantum Field Theory*, , 2019, CRC Press

[5] M. Srednicki — *Quantum Field Theory*, , 2007, Cambridge

[6] T. Lancaster, S. Bundell — *Quantum Field Theory for the Gifted Amateur*, , 2014, Oxford

[7] D.E. Soper — *Classical Field Theory*, , 1976, Dover

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Radosław Kycia (kontakt: rkycia@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr Radosław Kycia (kontakt: rkycia@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....