

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Mechanika kwantowa
Nazwa w języku angielskim	Quantum mechanics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Fizyka Techniczna
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nanoinżynieria
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy/ wybieralny/ ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	FZP002088W i FZP002088C
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	90			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość formalizmu falowego mechaniki kwantowej – ukończony kurs Podstawy fizyki kwantowej
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 jej 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 zaawansowane 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	Bozony i fermiony, statystyki kwantowe w 3D i 2D, układy hallowskie	2
Wy13	Kwantowanie Landaua, cząstka w polu magnetycznym	2
Wy14	II kwantowanie dla bozonów i fermionów	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	4
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	2
Ćw6	Pochodna operatora, rozpływanie się pakietów falowych	2
Ćw7	Stany splątane, singlet i tryplet, stany czyste i mieszane	2
Ćw8	Diagonalizacja Bogolubowa, kwazicząstki, efekt Meissnera i pary Coopera	4
Ćw9	Sieć odwrotna, model prawie swobodnych elektronów i silnie związanych elektronów	4
	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 2011
- [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] *Mechanika 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 i zespół

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Mechanika kwantowa
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka techniczna
I SPECJALNOŚCI Nanoinżynieria

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)	K1FTE_W01, K1FTE_W05	C1,C2	Wy1-6 Ćw1-3	N1,3,4
PEK_W02	K1FTE_W01, K1FTE_W05	C1,C2	Wy7-12 Ćw4-6	N1,3,4
PEK_W03	K1FTE_W01, K1FTE_W05	C1,C2	Wy13-15 Ćw7-9	N1,3,4
PEK_U01 (umiejętności)	K1FTE_U01	C1	Wy1-6 Ćw1-9	N1,4,2
PEK_U02	K1FTE_U01	C1	Wy7-11 Ćw1-9	N1,4,2
PEK_U03	K1FTE_U01	C2	Wy12-15 Ćw1-9	N1,4,2
PEK_K01 (kompetencje)	K1FTE_U03, K1FTE_K01	C2	Wy1-15	N1,4
PEK_K02	K1FTE_U03, K1FTE_K01	C2	Wy10-15	N2

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej