

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim</b>	<b>Mechanika kwantowa</b>
<b>Nazwa w języku angielskim</b>	<b>Quantum mechanics</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Fizyka Techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	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	<b>3</b>	<b>3</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (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 diagonalizacji algebraicznych, zna zasady kwantowania Landaua w polu magnetycznym, potrafi składać momenty pędu stanów kwantowych
- 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
- PEK\_W03 zna statystyki kwantowe i ich uwarunkowanie, zna zasady II kwantowania i potrafi odnieść opanowaną wiedzę do obrazu fizyki fazy skondensowanej

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 posługuje się aparatem rachunku zaburzeń i potrafi stosować go do złożonych sytuacji, potrafi formułować i rozwiązywać problemy kwantowe metodami wariacyjnymi i algebraicznymi oraz numerycznymi, potrafi posługiwać się formalizmem macierzy gęstości
- 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 (m.in. spintroniki)

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Spin cząstki, sfera Blocha, generatory obrotów.	4
Wy2	Całkowity moment pędu, składanie momentów pędu, współczynniki Clebscha-Gordana	4
Wy3	Oddziaływanie spin-orbita	2
Wy4	Stany Landaua, cząstka w polu magnetycznym	2
Wy5	Rachunek zaburzeń niezależny od czasu	2
Wy6	Rachunek zaburzeń zależny od czasu, złota reguła Fermiego	2
Wy7	Formalizm macierzy gęstości, stany splątane, iloczyn tensorowy	4
Wy8	Ewolucja obserwabli — obrazy Schrödingera, Heisenberga i oddziaływania	4
Wy9	Bozony i fermiony, stany wielocząstkowe, statystyki kwantowe	4
Wy10	II kwantowanie dla bozonów i fermionów	2

Suma godzin	<b>30</b>
-------------	-----------

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Spin $\frac{1}{2}$ , algebra Liego – przykłady	4
Ćw2	Całkowity moment pędu, składanie momentów pędu – przykłady	4
Ćw3	Oddziaływanie spin-orbita, cząstka w polu magnetycznym – przykłady	4
Ćw4	Rachunek zaburzeń niezależny od czasu	4
Ćw5	Formalizm macierzy gęstości	4
Ćw6	Ewolucja obserwabli w różnych obrazach	4
Ćw7	Stany wielocząstkowe dla fermionów i bozonów, singlet i tryplet, obliczenia w formalizmie II kwantowania	6
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny N2. Rozbudowane komentarze i dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów N3. Ćwiczenia tradycyjne

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

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01	Kolokwium na ćwiczeniach 1
F2	PEK_W02-3	Kolokwium na ćwiczeniach 2
F3	PEK_W01-3	Zaliczenie ćwiczeń
P	PEK_W01-3,U01-3.K01-2	Egzamin

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] <i>Introduction to Quantum Mechanics</i>, D. J. Griffiths, Pearson Prentice Hall 2005  [2] <i>Introductory quantum mechanics</i>, R. L. Liboff, Addison-Wesley 1998  [3] <i>Mechanika Kwantowa</i>, S. Ramamurti, PWN 2006</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[4] <i>Quantum Mechanics</i>, C. Cohen-Tannoudji, Wiley 2005</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr inż. Krzysztof Gawarecki (Krzysztof.Gawarecki@pwr.edu.pl)

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	Wy1-5 Ćw1-4	N1,3
PEK_W02	K1FTE_W01, K1FTE_W05	C1,C2	Wy6-8 Ćw5-6	N1,3
PEK_W03	K1FTE_W01, K1FTE_W05	C1,C2	Wy9-10 Ćw7	N1,3
PEK_U01 (umiejętności)	K1FTE_U01	C1	Wy1-7 Ćw1-7	N1,2,3
PEK_U02	K1FTE_U01	C1	Wy1-10 Ćw1-7	N1,2,3
PEK_U03	K1FTE_U01	C2	Wy1-10 Ćw1-7	N1,2,3
PEK_K01 (kompetencje)	K1FTE_K01	C2	Wy1-15	N1,2
PEK_K02	K1FTE_K01	C2	Wy1-15	N1,2

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

\*\*\* - z tabeli powyżej