

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim</b>	<b>Podstawy fizyki kwantowej</b>
<b>Nazwa w języku angielskim</b>	<b>Fundamental of Quantum Physics</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy)</b>	<b>Fizyka techniczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Nanoinżynieria / Fotonika</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I / <del>II</del> stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>FZP002027W i FZP002027C</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)	120	90			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>4</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)	2	1,5			

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Wiedza z fizyki ogólnej i mechaniki teoretycznej
2. Wiedza z zakresu analizy matematycznej i algebry
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, 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, proste przykłady, cząstka swobodna i studnia kwantowa	2
Wy9	Spadanie na centrum w studni hiperbolicznej, model atomu	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	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
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, pakiet falowy	2
Ćw4	Skończona studnia potencjału – stany stacjonarne, spadanie na centrum dla studni typu hiperbolicznego, model atomu	4
Ćw5	Oscylator harmoniczny – wielomiany Hermite’a, metoda operatorów kreacji i anihilacji	4
Ćw6	Relacje komutacji dla pędu i momentu pędu i spinu, zasady nieoznaczoności i reguły komutacji	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 typu delta	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] <i>Mechanika kwantowa</i> , L. Landau, I. Lifshitz, PWN 2011 [2] <i>Krótki kurs fizyki teoretycznej, tom II</i> , L. Landau, I. Lifshitz, PWN 1978 [3] <i>Teoria kwantów. Mechanika falowa</i> , I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, PWN, 1982 [4] Skrypt do wykładu  <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [5] <i>Mechanika kwantowa</i> , A. Davydov, PWN 1969 [6] <i>Quantum Mechanics</i> , A. Messiah, Dover Publ. 1999
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b> Prof. dr hab. inż. Lucjan Jacak, <a href="mailto:lucjan.jacak@pwr.wroc.pl">lucjan.jacak@pwr.wroc.pl</a> i zespół

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Podstawy fizyki kwantowej**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna**  
**I SPECJALNOŚCI Nanoinżynieria/Fotonika**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	K1FTE_W01, K1FTE_W12_S1NIN	C1,C2	Wy1-6 Ćw1-3	N1,3,4
<b>PEK_W02</b>	K1FTE_W01, K1FTE_W12_S1NIN	C1,C2	Wy7-12 Ćw4-6	N1,3,4
<b>PEK_W03</b>	K1FTE_W01, K1FTE_W12_S1NIN	C1,C2	Wy13-15 Ćw7-9	N1,3,4
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	K1FTE_U01	C1	Wy1-6 Ćw1-9	N1,4,2
<b>PEK_U02</b>	K1FTE_U01	C1	Wy7-11 Ćw1-9	N1,4,2
<b>PEK_U03</b>	K1FTE_U01	C2	Wy12-15 Ćw1-9	N1,4,2
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1FTE_K01	C2	Wy1-15	N1,4
<b>PEK_K02</b>	K1FTE_K01, K1FTE_K06	C2	Wy10-15	N2

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

\*\*\* - z tabeli powyżej