

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim</b>	<b>Zaawansowana mechanika kwantowa</b>
<b>Nazwa w języku angielskim</b>	<b>Advanced Quantum Mechanics</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Inżynieria Kwantowa</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	.....
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>FZP001500</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)		30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)		60			
Forma zaliczenia			Kolokwium/ 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

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej 1 i 2
2. metod matematycznych fizyki

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie wiedzy z zakresu mechaniki kwantowej w języku całkowania funkcjonalnego.  
 C2 Nabycie umiejętności formułowania zagadnień mechaniki kwantowej w terminach sumowania po trajektoriach  
 C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych ukazujących potrzebę stałego kształcenia i pogłębiania kompetencji zawodowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01-wiedza dotycząca mechaniki kwantowej w ujęciu przestrzeni Hilberta i całkowania funkcjonalnego

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - umiejętność stosowania metod przybliżonych w zakresie sformułowania całkowania po trajektoriach,

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
Ćw1	Rozwiązywanie zagadnień związanych z operatorami ograniczonymi i nieograniczonymi występującymi w mechanice kwantowej.	2
Ćw2	Wyznaczanie dziedziny i widma operatorów samosprężonych.	2
Ćw3	Wyznaczanie macierzy gęstości w różnych reprezentacjach (1).	2
Ćw4	Wyznaczanie macierzy gęstości w różnych reprezentacjach (2).	2
Ćw5	Analiza stanów o minimalnej nieoznaczoności.	2
Ćw6	Wyznaczanie całki prostej przestrzeni Hilberta.	2
Ćw7	Obliczanie całek po trajektoriach (1).	2
Ćw8	Obliczanie całek po trajektoriach (2).	2
Ćw9	Wyznaczanie propagator i funkcja Greena (1).	2
Ćw10	Wyznaczanie propagator i funkcja Greena (2).	2
Ćw11	Stosowanie przybliżenia quasi-klasycznego za pomocą całki po trajektoriach.	2
Ćw12	Obliczanie propagatorów w przybliżeniu quasi-klasycznym.	2
Ćw13	Wyznaczanie funkcji falowych w przybliżeniu WKB dla różnych potencjałów.	2
Ćw14	Kolokwium.	2
Ćw15	Podsumowanie	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Ćwiczenia – 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
F	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01 <sub>LX</sub> PEK_K03	Ocena projektu
P – Kolokwium i aktywność na zajęciach		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Radosz, „Mechanika kwantowa w sformułowaniu całkowania po trajektoriach – wybrane zagadnienia” – materiały dydaktyczne „ZPR PWr – Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Wrocławskiej”  
[2] R. P. Feynman and A. R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (McGraw-Hill, New York, 1965)  
[3] P. Gusin, “Zaawansowana mechanika kwantowa” – materiały dydaktyczne „ZPR PWr – Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Wrocławskiej” (2019)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] B.R. Holstein, The double-well potential and complex time Journal of Physics C: Solid State Physics, Volume 19, (1986) Number 13.  
[2] A. Radosz and W. Magierski, Real trajectories in complex-time and barrier penetrationlike phenomena, J. Math Phys. 33 (1992) 1745  
[3] H. Kleinert, Path Integrals in Quantum Mechanics, Statistics, Polymer Physics, and Financial Markets, 5th Edition, 2009

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

**Andrzej Radosz, Andrzej.Radosz@pwr.edu.pl**

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Zaawansowana mechanika kwantowa**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria Kwantowa**

<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>	<b>K2INK_W01, K2INK_W11</b>	<b>C1</b>	<b>Ćw1-15</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	<b>K2INK_U01,K2INK_U02,K2INK_U13</b>	<b>C2</b>	<b>Ćw1-15</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	<b>K2INK_K01, K2INK_K05,K2INK_K08</b>	<b>C3</b>	<b>Ćw1-15</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_K02</b>	<b>K2INK_K07</b>	<b>C3</b>	<b>Ćw1-15</b>	<b>N1,N2,N3</b>
<b>PEK_K03</b>	<b>K2INK_K02, K2INK_K06</b>	<b>C3</b>	<b>Ćw1-15</b>	<b>N1,N2,N3</b>

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

\*\*\* - z tabeli powyżej