

KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	0719-2ID-F63-PFK	
Nazwa przedmiotu w języku	polskim	Podstawy fizyki kwantowej <i>Fundamentals of Quantum Physics</i>
	angielskim	

1. USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

1.1. Kierunek studiów	Inżynieria danych
1.2. Forma studiów	Stacjonarne
1.3. Poziom studiów	Studia I stopnia
1.4. Profil studiów*	Ogólnoakademicki
1.5. Osoba przygotowująca kartę przedmiotu	dr inż. Milena Piotrowska
1.6. Kontakt	milena.piotrowska@ujk.edu.pl

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

2.1. Język wykładowy	Polski
2.2. Wymagania wstępne*	Znajomość podstaw matematyki i fizyki na poziomie przedmiotów <i>Matematyka 1, Matematyka 2</i> oraz <i>Fizyka 1, Fizyka 2</i>

3. SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

3.1. Forma zajęć	Wykład (30 h), konwersatorium (30 h), projekt (15 h)	
3.2. Miejsce realizacji zajęć	Zajęcia w pomieszczeniu dydaktycznym UJK	
3.3. Forma zaliczenia zajęć	Zaliczenie z oceną	
3.4. Metody dydaktyczne	Wykład informacyjny z elementami prezentacji multimedialnej i dyskusji, konwersatorium problemowe (rozwiązywanie zadań i analiza przypadków), projekt indywidualny	
3.5. Wykaz literatury	podstawowa	L. Tarasow, „Podstawy Mechaniki Kwantowej”, (PWN, Warszawa, 1984) R.
	uzupełniająca	R. Shankar, „Mechanika kwantowa” (PWN, Warszawa, 2006) L. D. Landau, J. M. Lifszyc, „Mechanika kwantowa. Teoria nierelatywistyczna” (PWN, Warszawa, 2012) D. J. Griffiths, <i>Introduction to Quantum Mechanics</i> , Cambridge University Press, 2018.

4. CELE, TREŚCI I EFEKTY UCZENIA SIĘ

4.1. Cele przedmiotu (z uwzględnieniem formy zajęć)
Wykład: C1. Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami i zasadami mechaniki kwantowej, w tym z koncepcją dualizmu korpuskularno-falowego oraz równaniem Schrödingera. C2. Przedstawienie formalizmu matematycznego służącego do opisu stanów i ewolucji układów kwantowych, z wykorzystaniem przestrzeni Hilberta i operatorów obserwabli. C3. WYROBIENIE UMIEJĘTNOŚCI interpretowania zjawisk fizycznych w ujęciu kwantowym oraz zrozumienia różnic między opisem klasycznym a kwantowym. Konwersatorium: C1. Ugruntowanie wiedzy zdobytej na wykładzie poprzez rozwiązywanie prostych zadań rachunkowych i problemów z zakresu mechaniki kwantowej. C2. Rozwijanie umiejętności stosowania narzędzi matematycznych w analizie zagadnień kwantowych oraz interpretowania otrzymanych wyników fizycznych. C3. Kształtowanie umiejętności logicznego rozumowania i samodzielnego rozwiązywania problemów fizycznych o charakterze ilościowym. Projekt: C1. Zastosowanie poznanych pojęć i metod do rozwiązania wybranego problemu z mechaniki kwantowej w formie zadania obliczeniowego lub analitycznego. C2. Rozwijanie umiejętności opracowania, prezentacji i interpretacji wyników obliczeń lub analiz związanych z zagadnieniami fizyki kwantowej. C3. Kształtowanie postawy badawczej i inżynierskiego podejścia do modelowania zjawisk fizycznych, w tym

wykorzystania metod obliczeniowych i analitycznych.

4.2. Treści programowe (z uwzględnieniem formy zajęć)

Wykład:

1. Dualizm korpuskularno-falowy: ogólne charakterystyki widm atomów, promieniowanie ciała doskonale czarnego, model Bohra atomu wodoru, kwantowanie momentu pędu, spin, fermiony i bozony, zasada Pauliego, hipoteza de Broglie'a.
2. Równanie Schrödingera: heurystyczne wyprowadzenie równania Schrödingera, funkcja falowa i jej interpretacja fizyczna, funkcja falowa jako amplituda prawdopodobieństwa, relacje nieoznaczoności Heisenberga
3. Kwantowanie jako zagadnienie własne: funkcje własne operatorów pędu i położenia, reprezentacja położeniowa i pędowa funkcji falowej, równanie Schrödingera niezależne od czasu, Hamiltonian i jego stany własne
4. Amplitudy prawdopodobieństwa: notacja Diraca dla amplitud, funkcja delta Diraca i jej podstawowe własności, podstawowe reguły działań na amplitudach prawdopodobieństwa
5. Stan układu w mechanice klasycznej i mechanice kwantowej: zupełny układ wielkości fizycznych, procesu pomiaru w mechanice kwantowej, redukcja wektora stanu, niedeterministyczny charakter mechaniki kwantowej, twierdzenie Ehrenfesta
6. Przykłady zastosowania równania Schrödingera: problemy jednowymiarowe, nieskończona studnia potencjału, oscylator harmoniczny, atom wodoru

Konwersatorium:

1. Dualizm korpuskularno-falowy
 - zadania rachunkowe dotyczące energii fotonów i długości fali de Broglie'a,
 - obliczenia energii stanów w modelu Bohra atomu wodoru.
2. Równanie Schrödingera
 - ćwiczenia z podstawowych przekształceń równania Schrödingera,
 - obliczanie wartości oczekiwanych i nieoznaczoności dla prostych funkcji falowych.
3. Kwantowanie jako zagadnienie własne
 - wyznaczanie funkcji i wartości własnych dla prostych operatorów,
 - przykłady kwantowania energii w jednowymiarowych układach.
4. Amplitudy prawdopodobieństwa
 - obliczenia iloczynów skalarnych i prawdopodobieństw w notacji Diraca,
 - własności funkcji delta Diraca w prostych przykładach.
5. Stan układu i pomiar
 - ćwiczenia dotyczące interpretacji funkcji falowej i redukcji stanu,
 - przykłady obliczeń związanych z zasadą nieoznaczoności i twierdzeniem Ehrenfesta.
6. Zastosowania równania Schrödingera
 - rozwiązywanie prostych problemów jednowymiarowych (studnia potencjału, oscylator harmoniczny),
 - analiza wyników i ich interpretacja fizyczna.

Projekt:

Realizacja zadania obliczeniowego lub analitycznego związanego z wybranym zagadnieniem mechaniki kwantowej (np. symulacja numeryczna, analiza danych, opracowanie koncepcyjne z zakresu obliczeń kwantowych).

4.3. Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt	Student, który zaliczył przedmiot	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się
w zakresie WIEDZY :		
W01	Zna podstawowe pojęcia i prawa mechaniki kwantowej, w tym zasady dualizmu korpuskularno-falowego, równanie Schrödingera oraz pojęcie funkcji falowej.	ID1A_W04
W02	Rozumie formalizm matematyczny używany w opisie stanów i procesów kwantowych (przestrzeń Hilberta, operatory, funkcje własne, liczby kwantowe).	ID1A_W04
W03	Posiada wiedzę o różnicach między opisem klasycznym a kwantowym, rozumie znaczenie probabilistycznego charakteru mechaniki kwantowej i zasady nieoznaczoności Heisenberga.	ID1A_W01 ID1A_W04
W04	Zna przykłady prostych układów kwantowych (studnia potencjału, oscylator harmoniczny, atom wodoru) oraz sposoby ich opisu i analizy energetycznej.	ID1A_W04
w zakresie UMIEJĘTNOŚCI :		
U01	Potrafi zastosować równanie Schrödingera do rozwiązywania prostych problemów jednowymiarowych i interpretować otrzymane wyniki fizyczne.	ID1A_U01 ID1A_U02
U02	Umie wykonywać obliczenia dotyczące podstawowych wielkości fizycznych w układach kwantowych, w tym wartości oczekiwanych, nieoznaczoności i energii stanów własnych.	ID1A_U01
U03	Potrafi analizować i przedstawiać wyniki obliczeń lub prostych symulacji dotyczących	ID1A_U02

	zjawisk kwantowych, formułując wnioski o charakterze fizycznym i technicznym.	ID1A_U03
w zakresie KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH:		
K01	Rozumie znaczenie zjawisk i zasad mechaniki kwantowej dla rozwoju współczesnych technologii, w tym obliczeń i komunikacji kwantowej, oraz dostrzega potrzebę stałego poszerzania wiedzy w tym obszarze.	ID1A_K01 ID1A_K03

4.4. Sposoby weryfikacji osiągnięcia przedmiotowych efektów uczenia się

Efekty przedmiotowe (symbol)	Sposób weryfikacji (+/-)																				
	Egzamin ustny/pisemny*			Kolokwium*			Raport*			Aktywność na zajęciach*			Praca własna*			Praca w grupie*			Inne (jakie?)* np. test - stosowany w e-learningu		
	Forma zajęć			Forma zajęć			Forma zajęć			Forma zajęć			Forma zajęć			Forma zajęć			Forma zajęć		
	W	K	P	W	K	P	W	K	P	W	K	P	W	K	P	W	K	P	W	K	P
W01				+	+						+										
W02				+	+						+										
W03				+	+						+										
W04				+	+						+										
U01				+	+						+										
U02				+	+						+										
U03									+						+						
K01									+						+						

*niepotrzebne usunąć

4.5. Kryteria oceny stopnia osiągnięcia efektów uczenia się

Forma zajęć	Ocena	Kryterium oceny
wykład (W)	3	Osiągnięcie <50 - 60) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	3,5	Osiągnięcie <60 - 70) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	4	Osiągnięcie <70 - 80) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	4,5	Osiągnięcie <80 - 90) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	5	Osiągnięcie <90 - 100> % wymogów stosowanych w metodach oceny
konwersatorium (K)	3	Osiągnięcie <50 - 60) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	3,5	Osiągnięcie <60 - 70) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	4	Osiągnięcie <70 - 80) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	4,5	Osiągnięcie <80 - 90) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	5	Osiągnięcie <90 - 100> % wymogów stosowanych w metodach oceny
Projekt (P)	3	Osiągnięcie <50 - 60) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	3,5	Osiągnięcie <60 - 70) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	4	Osiągnięcie <70 - 80) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	4,5	Osiągnięcie <80 - 90) % wymogów stosowanych w metodach oceny
	5	Osiągnięcie <90 - 100> % wymogów stosowanych w metodach oceny

5. BILANS PUNKTÓW ECTS – NAKŁAD PRACY STUDENTA

Kategoria	Obciążenie studenta	
	Studia stacjonarne	Studia niestacjonarne
LICZBA GODZIN REALIZOWANYCH PRZY BEZPOŚREDNIM UDZIALE NAUCZYCIELA /GODZINY KONTAKTOWE/	75	
Udział w wykładach	30	
Udział w konwersatoriach	30	
Realizacja projektu	15	
SAMODZIELNA PRACA STUDENTA /GODZINY NIEKONTAKTOWE/	50	

Przygotowanie do konwersatorium	20	
Opracowanie raportu projektu	10	
Przygotowanie do kolokwium z wykładu	10	
Przygotowanie do kolokwium z konwersatorium	10	
ŁĄCZNA LICZBA GODZIN	125	
PUNKTY ECTS za przedmiot	5	

**niepotrzebne usunąć*

Przyjmuję do realizacji (data i czytelne podpisy osób prowadzących przedmiot w danym roku akademickim)

.....