

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Informacja kwantowa - ćwiczenia (Ćw. audytoryjne), PG_00155847						
Kierunek studiów	Fizyka (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2024 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2025/2026		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć		Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	2		Język wykładowy		polski brak		
Semestr studiów	3		Liczba punktów ECTS		3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Rektor -> Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Michał Studziński				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	45
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	45		0.0		45.0	90
Cel przedmiotu	nabycie praktycznych umiejętności w operowaniu pojęciami i faktami przedstawionymi na wykładzie poprzez rozwiązywanie wybranych problemów.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZMU2_W02] posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki oraz metod matematycznych i komputerowych, konieczną do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim poziomie złożoności oraz zaawansowaną w wybranym obszarze fizyki	Student zna i rozumie: – podstawowy formalizm używany w teorii informacji kwantowej, – podstawowe protokoły kwantowe wykorzystywane do przesyłania informacji, kryptografii i obliczeń, – koncepcje obliczeń kwantowych wraz z różnicami w stosunku do obliczeń klasycznych, – podstawy kwantowej kryptografii wraz z przedstawionymi na wykładzie przykładami, – realizacje eksperymentalne wykorzystywane do tworzenia obwodów kwantowych, – rozumie ograniczenia omawianych metod.	[SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_W03] zna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny lub symulację komputerową	Student zna i rozumie: – podstawowy formalizm używany w teorii informacji kwantowej, – podstawowe protokoły kwantowe wykorzystywane do przesyłania informacji, kryptografii i obliczeń, – koncepcje obliczeń kwantowych wraz z różnicami w stosunku do obliczeń klasycznych, – podstawy kwantowej kryptografii wraz z przedstawionymi na wykładzie przykładami, – realizacje eksperymentalne wykorzystywane do tworzenia obwodów kwantowych, – rozumie ograniczenia omawianych metod.	[SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_W04] zna zasadę działania układów pomiarowych i aparatury badawczej, specyficznych dla obszaru fizyki związanego z wybraną specjalizacją lub zna zaawansowane metody fizyki teoretycznej i matematycznej	Student zna i rozumie: – podstawowy formalizm używany w teorii informacji kwantowej, – podstawowe protokoły kwantowe wykorzystywane do przesyłania informacji, kryptografii i obliczeń, – koncepcje obliczeń kwantowych wraz z różnicami w stosunku do obliczeń klasycznych, – podstawy kwantowej kryptografii wraz z przedstawionymi na wykładzie przykładami, – realizacje eksperymentalne wykorzystywane do tworzenia obwodów kwantowych, – rozumie ograniczenia omawianych metod.	[SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_K02] ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych; ma świadomość istnienia metody naukowej w gromadzeniu wiedzy	Student: – nabędzie kompetencji praktycznych do dyskusji na temat kwantowej teorii informacji, – będzie w stanie przeprowadzić rozumowanie wykazujące znaczenie rozwoju teorii kwantowych wraz z jej eksperymentalnymi zastosowaniami dla nowoczesnego społeczeństwa.	[SK3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_K01] zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się siebie i innych osób	Student: – nabędzie kompetencji praktycznych do dyskusji na temat kwantowej teorii informacji, – będzie w stanie przeprowadzić rozumowanie wykazujące znaczenie rozwoju teorii kwantowych wraz z jej eksperymentalnymi zastosowaniami dla nowoczesnego społeczeństwa.	[SK3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZMU2_W01] ma rozszerzoną wiedzę w zakresie fizyki ogólnej oraz zaawansowaną z wybranego obszaru fizyki; zna historię rozwoju fizyki i jej znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju społecznego	Student zna i rozumie: – podstawowy formalizm używany w teorii informacji kwantowej, – podstawowe protokoły kwantowe wykorzystywane do przesyłania informacji, kryptografii i obliczeń, – koncepcje obliczeń kwantowych wraz z różnicami w stosunku do obliczeń klasycznych, – podstawy kwantowej kryptografii wraz z przedstawionymi na wykładzie przykładami, – realizacje eksperymentalne wykorzystywane do tworzenia obwodów kwantowych, – rozumie ograniczenia omawianych metod.	[SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_W05] zna teoretyczne podstawy metod obliczeniowych oraz technik informatycznych stosowanych do modelowania i symulacji układów fizycznych	Student zna i rozumie: – podstawowy formalizm używany w teorii informacji kwantowej, – podstawowe protokoły kwantowe wykorzystywane do przesyłania informacji, kryptografii i obliczeń, – koncepcje obliczeń kwantowych wraz z różnicami w stosunku do obliczeń klasycznych, – podstawy kwantowej kryptografii wraz z przedstawionymi na wykładzie przykładami, – realizacje eksperymentalne wykorzystywane do tworzenia obwodów kwantowych, – rozumie ograniczenia omawianych metod.	[SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_U09] potrafi pracować samodzielnie i w zespole	Student potrafi: – wykorzystywać teorię przedstawioną na wykładzie do rozwiązywania problemów (zadań) dotyczących treści programowych, – dowodzić fakty/twierdzenia będące wariacją treści przedstawianych na wykładzie.	[SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_U01] potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów fizycznych, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu	Student potrafi: – wykorzystywać teorię przedstawioną na wykładzie do rozwiązywania problemów (zadań) dotyczących treści programowych, – dowodzić fakty/twierdzenia będące wariacją treści przedstawianych na wykładzie.	[SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZMU2_W06] posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki, a w szczególności w obrębie obranej specjalizacji	Student zna i rozumie: – podstawowy formalizm używany w teorii informacji kwantowej, – podstawowe protokoły kwantowe wykorzystywane do przesyłania informacji, kryptografii i obliczeń, – koncepcje obliczeń kwantowych wraz z różnicami w stosunku do obliczeń klasycznych, – podstawy kwantowej kryptografii wraz z przedstawionymi na wykładzie przykładami, – realizacje eksperymentalne wykorzystywane do tworzenia obwodów kwantowych, – rozumie ograniczenia omawianych metod.	[SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

Treści przedmiotu	Student nabywa praktycznych umiejętności w operowaniu pojęciami oraz formalizmem prezentowanym podczas wykładu. Odbywać się to będzie poprzez rozwiązywanie odpowiednio dobranych problemów (rozwiązywanie zadań). Obowiązuje ten sam zakres tematyczny jak na wykładzie: • WIADOMOŚCI PODSTAWOWE: Postulaty mechaniki kwantowej. Notacja Diraca. Macierz gęstości. Pomiar kwantowy. Kanał kwantowy, rozkład Krausa. Pojęcie kubitów i sfery Blocha. Stan separowalny i splątany. • PRZYKŁADY KWANTOWYCH PROTOKOŁÓW: Protokół BB84, protokół E91, protokół gęstego kodowania oraz teleportacji (wraz z eksperymentalną realizacją). • OBWODY KWANTOWE: Koncepcja bramki kwantowej i obwodu kwantowego wraz z podstawowymi przykładami. Uniwersalność zbioru bramek kwantowych wraz z przykładami. Elementy teorii złożoności kwantowej. Przykłady protokołów realizujących obliczenia kwantowe (Deutsch-Jozsa, Shor + implikacje kryptograficzne). • ELEMENTY OBLICZEŃ KWANTOWYCH + KOREKCJA BŁĘDÓW: Rodzaje błędów. Kwantowa korekcja błędów, threshold theorem, kody Kitaeva. Problem kwantowej supermacji (boson sampling). Klasyczna symulowalność obliczeń kwantowych. Przykłady kwantowo-klasycznych metod obliczeniowych (VQE, QAOA). Omówienie klasycznych symulacji dyskredytujących kwantowość komputera DWave. • ELEMENTY KRYPTOGRAFII KWANTOWEJ: Podstawy klasycznej kryptografii (symetryczne i asymetryczne protokoły, typowe ataki kryptograficzne). Kwantowa dystrybucja klucza (BB84, E91, BBM92 z dowodem bezpieczeństwa - szkic). Kwantowa generacja liczb losowych. Kryptografia kwantowa niezależna od urządzenia. Elementy kwantowego hakerstwa. Omówienie podstawowych realizacji eksperymentalnych. • FIZYCZNE REALIZACJE (WYBRANE): Złącze Josephsona. Efektywny Hamiltonian qubitów nadprzewodzącego. Główne źródła szumu. Bramki jednoqubitowe, dwuqubitowe, pomiary.		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Znajomość podstaw mechaniki kwantowej wraz podstawami algebry oraz analizy matematycznej. Znajomość podstaw teorii informacji klasycznej.		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	kolokwium	51.0%	100.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	• Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum information, Cambridge University Press; • Michel Le Bellac, Wstęp do informatyki kwantowej, Państwowe Wydawnictwo Naukowe; • John Watrous, Lecture notes, • https://cs.uwaterloo.ca/~watrous/QC-notes/; • Wybrane artykuły naukowe dostarczone przez ćwiczeniowca/ ćwiczeniowców	
	Uzupełniająca lista lektur	brak	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	brak		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.