


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

 Projekt współfinansowany przez
Unię Europejską w ramach
Europejskiego Funduszu
Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY


Nazwa przedmiotu		Kod ECTS	
Informacja kwantowa - ćwiczenia		13.2.0631	
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot			
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki			
Studia			
wydział	kierunek	poziom	drugiego stopnia
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Fizyka	forma	stacjonarne
		moduł	fizyka
		specjalnościowy	Podstawowa
specjalizacja			
Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)			
prof. UG, dr Michał Studziński; prof. UG, dr hab. Marcin Pawłowski; dr Paweł Mazurek; prof. dr hab. Michał Horodecki			
Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin		Liczba punktów ECTS	
Formy zajęć		3	
Ćw. audytoryjne		udział studenta w zajęciach (45 godz. ćwiczeń audytoryjnych) - 2 ECTS	
Sposób realizacji zajęć		praca własna studenta - 1 ECTS	
zajęcia on-line, zajęcia w sali dydaktycznej			
Liczba godzin			
Ćw. audytoryjne: 45 godz.			
Termin realizacji przedmiotu			
2023/2024 letni			
Status przedmiotu	Język wykładowy		
obowiązkowy	polski		
Metody dydaktyczne	Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne		
	Sposób zaliczenia		
	Zaliczenie na ocenę		
	Formy zaliczenia		
	kolokwium		
	Podstawowe kryteria oceny		
	Zaliczenie ćwiczeń na podstawie kolokwium. Skala ocen zgodna z Regulaminem Studiów Uniwersytetu Gdańskiego.		
	składowe oceny	próg zaliczeniowy	składowa oceny końcowej
	kolokwium	51%	100%
	Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się		

zakładany efekt kształcenia	kolokwium
	Wiedza
K_W01	+
K_W02	+
K_W03	+
K_W04	+
K_W05	+
K_W06	+
	Umiejętności
K_U01	+
K_U09	+
	Kompetencje
K_K01	+
K_K02	+

Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi**A. Wymagania formalne**

-

B. Wymagania wstępne

Znajomość podstaw mechaniki kwantowej wraz podstawami algebry oraz analizy matematycznej. Znajomość podstaw teorii informacji klasycznej.

Cele kształcenia

Celem przedmotu jest nabycie praktycznych umiejętności w operowaniu pojęciami i faktami przedstawionymi na wykładzie poprzez rozwiązywanie wybranych problemów.

Treści programowe

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 kubitu 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 qubit nadprzewodzącego.

Główne źródła szumu.

Bramki jedno qubitowe, dwuqubitowe, pomiary.

Wykaz literatury

Wykaz literatury

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	
Kierunkowe efekty uczenia się K_W01 ma rozszerzoną wiedzę z 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 K_W02 posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki oraz metod matematycznych i komputerowych, konieczną do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim poziomie złożoności oraz zawansowaną w wybranym obszarze fizyki K_W03 zna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny lub symulację komputerową K_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 K_W05 informatycznych stosowanych do modelowania i symulacji układów fizycznych K_W06 posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki, a w szczególności w obrębie obranej specjalizacji K_U01 potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów fizycznych, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu K_U09 potrafi pracować samodzielnie i w zespole K_K01 zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się i innych osób K_K02 ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych; ma świadomość istnienia metody naukowej w gromadzeniu wiedzy	Wiedza Student: 1. Zna i rozumie podstawowy formalizm używany w teorii informacji kwantowej. 2. Zna i rozumie podstawowe protokoły kwantowe wykorzystywane do przesyłania informacji, kryptografii i obliczeń. 3. Zna i rozumie koncepcje obliczeń kwantowych wraz z różnicami w stosunku do obliczeń klasycznych. 4. Zna i rozumie podstawy kwantowej kryptografii wraz z przedstawionymi na wykładzie przykładami. 5. Zna podstawowe realizacje eksperymentalne wykorzystywane do tworzenia obwodów kwantowych. Rozumie ograniczenia omawianych metod. Umiejętności Student potrafi wykorzystywać teorię przedstawioną podczas wykładu do rozwiązywania problemów (zadań) dotyczących treści programowych. Student potrafi dowodzić fakty/twierdzenia będące wariacją treści przedstawianych na wykładzie. Kompetencje społeczne (postawy) Student nabędzie kompetencji praktycznych do dyskusji na temat kwantowej teorii informacji. Będzie w stanie przeprowadzić rozumowanie wykazujące ważkość rozwoju teorii kwantowych wraz z jej eksperymentalnymi zastosowaniami dla nowoczesnego społeczeństwa.
Kontakt studzinski.m.g@gmail.com	