

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Basics of Quantum Resources, PG_00183327						
Kierunek studiów	Quantum Information Technology (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2025 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2025/2026		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć				
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	1		Język wykładowy		angielski		
Semestr studiów	2		Liczba punktów ECTS		6.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		egzamin		
Jednostka prowadząca							
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Karol Horodecki, prof. UG				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		dr hab. Karol Horodecki, prof. UG				
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	30.0	0.0	0.0	60
	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	60		0.0		0.0	60
Cel przedmiotu	Celem tego wykładu jest przedstawienie studentom szerokiej perspektywy w zakresie przetwarzania informacji kwantowej poprzez szczegółowe wprowadzenie ram kilku teorii zasobów, wskazując ich podobieństwa i różnice. Celem wykładu jest również zapoznanie ich z zasobami kwantowymi jako zjawiskami mającymi zastosowanie w kontekście kwantowego i klasycznego przetwarzania informacji.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu			Sposób weryfikacji i oceny efektu	
	[QITL3_W01] ma rozszerzoną wiedzę w zakresie fizyki ogólnej oraz zaawansowaną z obszaru teorii informacji kwantowej; zna historię rozwoju teorii informacji kwantowej i jej znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju społecznego		Student zna historię badań i zastosowania kontekstualności kwantowej i poza-quantowej, koherencji kwantowej, niestabilizerości kwantowej, czystości (nierównomierności) i elementów termodynamiki kwantowej			[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny	
	[QITL3_W06] posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki, a w szczególności w obrębie teorii informacji kwantowej		Student posiada wiedzę w zakresie m. in. w zakresie wielooukładowego splątania i kwatowej korekcji błędów i zna problemu otwarte dotyczące omawianych zasobów.			[SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna [SW5] realizacja zadania problemowego	
	[QITL3_U05] posiada umiejętność syntezy metod i idei z różnych obszarów fizyki oraz innych nauk ścisłych i przyrodniczych; jest w stanie zauważyć, że odległe nieraz zjawiska opisane są podobnymi modelami		Student zna formalne definicje i właściwości kilku podstawowych teorii zasobów kwantowych oraz jest świadomy analogii i różnic między nimi			[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny	

Treści przedmiotu	Podczas wykładu omówimy szereg istotnych zasobów kwantowych (które nie zostały uwzględnione lub zostały jedynie pobieżnie omówione w ramach kursu „Podstawy Informatyki Kwantowej”), w tym: kontekstualność kwantową i poza-quantową (jako uogólnienie nielokalności kwantowej), koherencję kwantową, brak własności stabilizatorowej (ang. *non-stabilizerness*), czystość kwantową (brak jednorodności), elementy termodynamiki kwantowej, prywatną losowość zależną od urządzenia oraz splątanie wielocząstkowe. Planujemy omówić przykładowe zastosowania tych zasobów, takie jak: obliczenia kwantowe odporne na błędy, klasyczna złożoność komunikacyjna, kwestie prywatności, silniki kwantowe itp. Zajęcia laboratoryjne będą obejmować między innymi weryfikację konstrukcji świadków zasobów, obliczanie miar dla danego zasobu, rozpoznawanie operacji swobodnych oraz ukazywanie formalnych zależności między poszczególnymi zasobami. W szczególności uwzględniona zostanie numeryczna i teoretyczna weryfikacja zagadnień przedstawionych na wykładzie; w tym celu podczas zajęć laboratoryjnych wykorzystywany będzie język programowania Mathematica.																	
Wymagania wstępne i dodatkowe	Zaleca się, ale nie jest to obowiązkowe, aby student ukończył kurs Podstawy Informatyki Kwantowej (lub jego odpowiednik) lub uczestniczył w tym drugim kursie (lub jego odpowiedniku) równolegle. Chociaż te dwa kursy są niezależne, student będzie miał głębsze zrozumienie podstaw zasobów kwantowych, jeśli zna szerszy kontekst.																	
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table><tr><th>Sposób oceniania (składowe)</th><th>Próg zaliczeniowy</th><th>Składowa oceny końcowej</th></tr><tr><td></td><td>51.0%</td><td>20.0%</td></tr><tr><td></td><td>51.0%</td><td>10.0%</td></tr><tr><td></td><td>51.0%</td><td>50.0%</td></tr><tr><td></td><td>51.0%</td><td>20.0%</td></tr></table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej		51.0%	20.0%		51.0%	10.0%		51.0%	50.0%		51.0%	20.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej																
	51.0%	20.0%																
	51.0%	10.0%																
	51.0%	50.0%																
	51.0%	20.0%																
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	- "The resource theory of stabilizer quantum computation" Victor Veitch <i>et al</i> 2014 <i>New J. Phys.</i> 16 013009 - "Resources of the Quantum World" arxiv.org/abs/2402.05474 Gilad Gour - "Kochen Specker Contextuality" Rev. Mod. Phys. 94, 045007 Costantino Budroni, Adán Cabello, Otfried Gühne, Matthias Kleinmann, and Jan-Åke Larsson - Quantum computation and Quantum information M. A. Nielsen and I. L. Chuang Cambridge University Press, Cambridge (2000) - Quantum entanglement R. Horodecki, M. Horodecki, P. Horodecki, K. Horodecki Rev. Mod. Phys. (2009) - "Bell nonlocality" N. Brunner, D. Cavalcanti, S. Pironio, V. Scarani, S. Wehner. Rev. Mod. Phys., 86:839, (2014).																
	Uzupełniająca lista lektur	- Karol Horodecki et al. "The rank of contextuality" New J. Phys. 25 073003 (2023) - C. Sparaciari et al. "The first law of general quantum resources" Quantum 4, 259 2022																
	Adresy eZasobów	Podstawowe https://doi.org/10.1103/RevModPhys.94.045007 - Praca przeglądowa o kontekstualności Kochena-Speckera https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.81.865 - Praca przeglądowa o kwantowym splątaniu http://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.86.419 - Praca przeglądowa o nielokalności typu Bella https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.05474 - Książka o zasobach kwantowych https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1367-2630/16/1/013009 - Praca przedstawiająca teorię zasobu niestabilizowalności Uzupełniające https://doi.org/10.22331/q-2020-04-30-259 - Praca opisująca teorie łączące kilka zasoby na raz https://doi.org/10.1088/1367-2630/acdf78 - Praca wprowadzająca prostą miarę kontekstualności																

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Opisz formalną definicję teorii zasobu "non-stabilizerness". Jaka jest różnica między kontekstualnością kwantową zależną od stanu a niezależną od stanu (podaj przykłady obu)? Podaj przykłady i wskaż różnice między znanymi klasami operacji swobodnych w teoriach koherencji kwantowej. Oblicz w programie Mathematica stopień lokalnej czystości, jaki można uzyskać z czystego stanu 2-kubitowego. Ile parametrów jest potrzebnych do opisu czystego stanu 3-kubitowego (z dokładnością do lokalnych przekształceń unitarnych)? Opisz zasadę Landauera. Czym jest termomajoryzacja i jaka jest jej rola w termodynamice kwantowej?
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.