

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Basics of Quantum Resources, PG_00210604						
Kierunek studiów	Informatyka (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2026 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2026/2027		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć		Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć fakultatywnych		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	1		Język wykładowy		polski		
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						
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
	[INFMU2_W01] ma pogłębioną wiedzę z działów matematyki niezbędnych do studiowania informatyki; dobrze rozumie rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	Student knows mathematics behind each class of free operations and states of a given resource theory and the way of its quantification.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW5] realizacja zadania problemowego
	[INFMU2_W01] ma pogłębioną wiedzę z działów matematyki niezbędnych do studiowania informatyki; dobrze rozumie rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	Student knows in deep various approaches to quantum information processing such as quantum POVMs and instruments, and is able to identify its role in possibilities and limitations of processing a given quantum resource theory.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW5] realizacja zadania problemowego
	[INFMU2_W02] ma pogłębioną wiedzę w zakresie języków formalnych, modeli obliczeń oraz zagadnień złożoności obliczeniowej; zna aparat formalny pozwalający na formułowanie i badanie własności obiektów informatycznych	Student knows such models as universal quantum computing and quantum fault tolerant computation and is able to study various quantum resource theories.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[INFMU2_W02] ma pogłębioną wiedzę w zakresie modeli obliczeń oraz zagadnień złożoności obliczeniowej; zna aparat formalny pozwalający na formułowanie i badanie własności obiektów informatycznych	Student knows the basics of different models of quantum resources including based on states and operations as well as behaviours and wirings, enabling quantification and processing the resource content of quantum objects.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
Treści przedmiotu	Podczas wykładu przedstawimy kilka ważnych zasobów kwantowych (nieomówionych lub omówionych skrótowo w ramach wykładu Podstawy Informatyki Kwantowej), w tym kontekstualność kwantową i poza-kwantową jako uogólnienie nielokalności kwantowej, koherencję kwantową, niestabilizowalność kwantową, czystość (nierównomierność) kwantową, elementy termodynamiki kwantowej, losowość prywatną zależną od urządzenia oraz splątanie wielocząstkowe. Planujemy omówić ich przykładowe zastosowania: odporne na błędy obliczenia kwantowe, klasyczną złożoność komunikacji, prywatność, silniki kwantowe itp.) Zagadnienia laboratoryjne będą obejmować weryfikację konstrukcji świadków zasobów, obliczanie miar danego zasobu, rozpoznawanie operacji swobodnych oraz ujawnianie formalnych powiązań między zasobami. W szczególności rozważona zostanie numeryczna walidacja faktów z wykładu. Wykorzystany zostanie w tym celu język 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	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	kolokwium2	51.0%	20.0%
	aktywność na zajęciach lub praca domowa	51.0%	10.0%
	egzamin pisemny	51.0%	50.0%
	kolokwium1	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	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Opisz formalną definicję teorii zasobu "non-stabilizerness". Jaka jest różnica między kwantową kontekstualnością zależną i niezależną od stanu (podaj przykłady obu) Podaj przykłady i wskaż różnice między znanymi klasami operacji darmowych w teoriach koherencji kwantowej. Oblicz w programie Mathematica stopień lokalnej czystości, jaki można uzyskać z czystego, 2-kubitowego stanu czystego. Opisz protokół otrzymywania kwantowej bezpiecznej losowości z kilku kopii stanu singletowego. Ile parametrów jest potrzebnych do opisanie 3 qubitowego stanu czystego (z dokładnością do lokalnych transformacji unitarnych)? Opisz zasadę Landauera. Co to jest termomajoryzacja i do czego służy w kwantowej termodynamice?	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.