

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Podstawy Informatyki Kwantowej , PG_00210600						
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	Wyposażenie studentkę/studenta w wiedzę z zakresu dziedzin matematyki fizyki i informatyki, potrzebną do zrozumienia i projektowania sposobów przetwarzania informacji zapisanej na kwantowych nośnikach.						
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 the probability theory and its role in quantum formalism and is able to follow the rules enabling prediction of the outcomes of quantum information processing.		[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 extends the knowledge about algebra by incorporating deep study of Hilbert spaces on complex field. (S)he is able to extend to pursue the proofs of properties of quantum states and chosen resources		[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 basic quantum algorithms and their complexity analysis. (S)he knows the way the properties of quantum states can be studied and designed.		[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW5] realizacja zadania problemowego		
	[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 formalism of Dirac notation, axioms of quantum mechanics enabling desiging and predicting results of quantum information protocols		[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW5] realizacja zadania problemowego		

Treści przedmiotu	W zakresie przedmiotu przewidziane jest przedstawienie podstawowych osiągnięć kwantowej informatyki, w tym: • krótkie przedstawienie historycznych podstaw mechaniki kwantowej • wprowadzenie formalizmu mechaniki kwantowej (MK), w tym aksjomatów MK, notacji Diraca oraz pojęcia przestrzeni Hilberta. • szczegółowe omówienie podstawowych efektów kwantowej komunikacji, w tym kwantowej teleportacji, kwantowego gęstego kodowania, kwantowej kryptografii (protokoły E91, B92, BBM, BB84 i ich warianty) oraz zakaz kwantowego klonowania. • w kontekście dowodu bezpieczeństwa protokołu BB84 zostaną wprowadzone podstawy kwantowych kodów korekcji błędów. • w zakresie kwantowego obliczania zostaną omówione algorytm Deutsch-Jozsy, algorytm Simona, algorytm Grovera i algorytm Shora (ten ostatni jako podstawę do złamania szyfrowania RSA). • zostanie wprowadzony język programowania QASM. • omówione zostanie obszernie zjawisko splątania (miary splątania, różne klasy mieszanych stanów splątanych, takich jak stany o związanym splątaniu i stany bezpieczne), • omówione zostanie zjawisko nielokalnych korelacji (nierówności Bella i wykorzystanie ich do kryptografii niezależnej od urządzenia). • wprowadzone zostaną elementy teorii informacji Shannona, w tym pojęcie entropii Shannona oraz pojęcie wzajemnej informacji, jak również ich kwantowych odpowiedników wraz z wykorzystaniem w kontekście Kwantowego Internetu.		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawy algebry liniowej i rachunku prawdopodobieństwa, podstawowa wiedza na temat teorii złożoności obliczeniowej i bramek logicznych oraz umiejętność programowania w językach imperatywnych.		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	kolokwium 1	51.0%	20.0%
	zadania domowe	51.0%	10.0%
	kolokwium 2	51.0%	20.0%
	egzamin	51.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	- 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). - Elements of Information Theory T. M. Cover and J. A. Thomas Wiley Series in Telecommunications (1991)	
	Uzupełniająca lista lektur	- publikacje dotyczące tematyki wykładu zawarte w bazie www.arxiv.org/quant-ph - "Wprowadzenie do algorytmów kwantowych", K. Giaro, M. Kamiński, Exit 2003 - "Introduction to Quantum Computation and Information" H.-K. Lo, S. Popescu T. Spiller, World Scientific (1998)	
	Adresy eZasobów		
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Pokazać na przykładzie działanie protokołu teleportacji stanu kwantowego		
	Podaj aksjomat pomiaru kwantowego		
	Obliczyć podukłady dwuukładowego stanu kwantowego oraz kwantową wzajemną informację		
	Oblicz dla jakich wartości parametru szumu, układ będący mieszkanką układu Popescu-Rohrlich i układu w pełni zaszumionego jest kwantowy i nie jest lokalno-realistyczny		
	Opisz działanie i zastosowania algorytmu Grovera		
	Stosując kryterium częściowej transpozycji sprawdź czy podany stan dwukubitowy jest splątany		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		