

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Basic of Quantum Computing, PG_00205059						
Kierunek studiów	Quantum Information Technology (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		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	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	
	[QITL3_K02] jest gotowy do odpowiedzialnego pełnienia roli eksperta kwantowych technologii, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodu, a także przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad		Student knows main possibilities and limitations of quantum information processing in context of emerging quantum technologies such as design of quantum internet and quantum computing.			[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SK6] demonstracja umiejętności praktycznych	
	[QITL3_W01] zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu technologii informacji kwantowej, a także metodologię badań naukowych właściwą dla tej dyscypliny oraz jej znaczenie w kontekście współczesnych kierunków rozwoju nauki i technologii		Student knows the tools needed for designing quantum protocols and algorithms and gain deep insight certain phenomena such as bipartite entanglement, quantum non-locality and key secret against quantum adversary quantum technologies, enabling quantum technologies.			[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny	

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 związonym 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%
	kolokwium 2	51.0%	20.0%
	egzamin	51.0%	50.0%
	zadania domowe	51.0%	10.0%
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	Podstawowe http://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.86.419 - Praca przeglądowa o nielokalności typu Bella https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.81.865 - Praca przeglądowa o kwantowym splątaniu https://www.amazon.pl/Thomas-M-Cover-Elements-Information/dp/B00HTK9U28 - "Elements of Information Theory" T. M. Cover and J. A. Thomas Wiley Series in Telecommunications (1991) https://www.cambridge.org/highereducation/books/quantum-computation-and-quantum-information/ 01E10196D0A682A6AEFFEA52D53BE9AE#overview - książka "Quantum computation and Quantum information" M. A. Nielsen and I. L. Chuang Cambridge University Press, Cambridge (2000)	

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

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.