

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Basic of Quantum Computing, PG_00205059						
Kierunek studiów	Quantum Information Technology (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2025 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2025/2026		
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				
	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		
	[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		Zna historię rozwoju informatyki kwantowej.		[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny		
	[QITL3_W06] posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki, a w szczególności w obrębie teorii informacji kwantowej		Posiada wiedzę m.in w zakresie kwantowej korekcji błędów i protokołów komunikacji i kryptografii kwantowej.		[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW5] realizacja zadania problemowego		
	[QITL3_U01] potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów fizycznych i wnioskowaniu w zakresie teorii informacji kwantowej		Potrafi zastosować formalizm mechaniki kwantowej i notację Diraca w opisie protokołów kwantowych.		[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SU5] realizacja zadania problemowego		

Treści przedmiotu	<p>W zakresie przedmiotu przewidziane jest przedstawienie podstawowych osiągnięć kwantowej informatyki, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Deutscha-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	<p>Podstawy algebry liniowej i rachunku prawdopodobieństwa, podstawowa wiedza na temat teorii złożoności obliczeniowej i bramek logicznych oraz umiejętność programowania w językach imperatywnych.</p>																	
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1" data-bbox="448 680 1487 853"> <thead> <tr> <th data-bbox="448 680 794 712">Sposób oceniania (składowe)</th> <th data-bbox="794 680 1141 712">Próg zaliczeniowy</th> <th data-bbox="1141 680 1487 712">Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="448 712 794 743">zadania domowe</td> <td data-bbox="794 712 1141 743">51.0%</td> <td data-bbox="1141 712 1487 743">10.0%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 743 794 775">kolokwium 1</td> <td data-bbox="794 743 1141 775">51.0%</td> <td data-bbox="1141 743 1487 775">20.0%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 775 794 806">kolokwium 2</td> <td data-bbox="794 775 1141 806">51.0%</td> <td data-bbox="1141 775 1487 806">20.0%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 806 794 853">egzamin</td> <td data-bbox="794 806 1141 853">51.0%</td> <td data-bbox="1141 806 1487 853">50.0%</td> </tr> </tbody> </table>			Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	zadania domowe	51.0%	10.0%	kolokwium 1	51.0%	20.0%	kolokwium 2	51.0%	20.0%	egzamin	51.0%	50.0%
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej																
zadania domowe	51.0%	10.0%																
kolokwium 1	51.0%	20.0%																
kolokwium 2	51.0%	20.0%																
egzamin	51.0%	50.0%																
Zalecana lista lektur	<table border="1" data-bbox="448 860 1487 1720"> <tbody> <tr> <td data-bbox="448 860 794 1055">Podstawowa lista lektur</td> <td colspan="2" data-bbox="794 860 1487 1055"> <ul style="list-style-type: none"> - 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) </td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 1061 794 1368">Uzupełniająca lista lektur</td> <td colspan="2" data-bbox="794 1061 1487 1368"> <ul style="list-style-type: none"> - 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) </td> </tr> <tr> <td data-bbox="448 1375 794 1720">Adresy eZasobów</td> <td colspan="2" data-bbox="794 1375 1487 1720"> <p>Podstawowe</p> <p>http://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.86.419 - Praca przeglądowa o Nielokalności typu Bella</p> <p>https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.81.865 - Praca przeglądowa o kwantowym splątaniu</p> <p>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)</p> <p>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)</p> </td> </tr> </tbody> </table>			Podstawowa lista lektur	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Podstawowe</p> <p>http://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.86.419 - Praca przeglądowa o Nielokalności typu Bella</p> <p>https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.81.865 - Praca przeglądowa o kwantowym splątaniu</p> <p>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)</p> <p>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)</p>							
Podstawowa lista lektur	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Podstawowe</p> <p>http://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.86.419 - Praca przeglądowa o Nielokalności typu Bella</p> <p>https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.81.865 - Praca przeglądowa o kwantowym splątaniu</p> <p>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)</p> <p>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)</p>																	

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<p>Pokazać na przykładzie działanie protokołu teleportacji stanu kwantowego</p> <p>Podaj aksjomat pomiaru kwantowego</p> <p>Obliczyć podukłady dwuukładowego stanu kwantowego oraz kwantową wzajemną informację</p> <p>Oblicz dla jakich wartości parametru szumu, układ będący mieszanką układu Popescu-Rohrlich i układu w pełni zaszumionego jest kwantowy i nie jest lokalno-realistyczny</p> <p>Opisz działanie i zastosowania algorytmu Grovera</p> <p>Stosując kryterium częściowej transpozycji sprawdź czy podany stan dwukubitowy jest splątany</p>
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.