Uniwersytet Gdański

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Mathematical Methods of Quantum Information, PG_00205752						
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 powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki			
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji	na uczelni			
Rok studiów	1		Język wykładowy	angielski			
Semestr studiów	1		Liczba punktów ECTS	7.0			
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia	egzamin			
Jednostka prowadząca	Rektor -> Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki -> Dziekanat wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr inż. Paweł Mazurek				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	60.0	0.0	0.0	0.0	90
	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	90		0.0	85.0		175
Cel przedmiotu	The aim of this lecture is to provide students with mathematical knowledge to understand basic concepts of quantum information theory as well as formulate and solve problems within this theory. Physical motivation and intuition behind the structures is provided in the accompanying course Introduction to Quantum Mechanics.						

Efekty uczenia się przedmiotu

Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
[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	The student has an advanced understanding of the mathematical structures and methods underlying quantum information theory, including linear algebra, operator theory, tensor products, and completely positive maps, and their application to quantum information processing.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
[QITL3_U02] potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę z zakresu technologii informacji kwantowej – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach poprzez właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji, a także poprzez dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych i przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi	The student is able to apply advanced methods of linear algebra, operator theory, functional analysis, and quantum information theory to formulate and solve complex problems involving quantum states, measurements, operations, and quantum channels.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny

Treści przedmiotu

Basic concepts of linear algebra: linear space, linear operator, matrix calculus
Basic concepts of functional analysis: Banach and Hilbert spaces, bounded and unbounded operators, differe similar operators, spectral theorem, functional calculus, positive definite operators
POVM and quantum measurement
Tensor products of Banach spaces and Hilbert spaces, operators on tensor products, Schmidt decomposition mathematical definition of entanglement, PPT states Fock space, CCR and CAR relations
Positive and fully positive maps on matrix algebras: k-positivity, decomposability, entanglement witnesses
Quantum channels, capacity of quantum channels, additivity problem
Tensor products of positive maps and entanglement distillation, bound entanglement

Wymagania wstępne i dodatkowe

Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się

Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
tutorial part: test	51.0%	50.0%
lecture part: exam	51.0%	50.0%

Zalecana lista lektur

Podstawowa lista lektur

- **Bratteli, O., & Robinson, D. W.** (1987). *Operator Algebras and Quantum Statistical Mechanics 1: C*- and W*-Algebras, Symmetry Groups, Decomposition of States* (2nd ed.). Springer, Berlin. (Theoretical and Mathematical Physics). ISBN: 978-3-540-17093-8.
- **Størmer, E.** (2013). *Positive Linear Maps of Operator Algebras*. Springer, Berlin. (Springer Monographs in Mathematics). ISBN: 978-3-642-42913-2.
- **Hayashi, M.** (2017). *Quantum Information Theory: Mathematical Foundation* (2nd ed.). Springer. (Graduate Texts in Physics). ISBN: 978-3-662-49723-4 (Hardcover), 978-3-662-49725-8 (eBook).
- **Hall, B. C.** (2013). *Quantum Theory for Mathematicians*. Springer, New York. (Graduate Texts in Mathematics, Vol. 267). ISBN: 978-1-4614-7115-8 (Hardcover), 978-1-4614-7116-5 (eBook).

Uzupełniająca lista lektur: None

Adresy eZasobów

Podstawowe

https://almuhammadi.com/sultan/books_2020/Nielsen_Chuang.pdf - Quantum Computation and Quantum Information, Nielsen, Chuang

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	1. Mathematical Foundations of Quantum Information Discuss the mathematical structures underlying quantum information theory. 2. Composite Quantum Systems and Quantum Entanglement Explain the mathematical description of multipartite quantum systems and characterize quantum entanglement. 3. Positive Maps and Quantum Channels Discuss the mathematical theory of quantum channels and its applications in quantum information.
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.