



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez  
Unię Europejską w ramach  
Europejskiego Funduszu  
Społecznego

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



<b>Nazwa przedmiotu</b>		<b>Kod ECTS</b>	
Mathematical methods of quantum information		11.1.0661	
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>			
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki			
<b>Studia</b>			
<b>wydział</b>	<b>kierunek</b>	<b>poziom</b>	<b>drugiego stopnia</b>
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Modelowanie matematyczne i analiza danych	forma	stacjonarne
		moduł	wszystkie
		specjalnościowy	wszystkie
		specjalizacja	wszystkie
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>			
dr hab. Marcin Marciniak; dr Stefano Cusumano; prof. UG, dr hab. Adam Rutkowski; mgr Ekta Panwar; mgr Sumit Rout			
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>		<b>Liczba punktów ECTS</b>	
<b>Formy zajęć</b>		5	
Wykład, Ćw. audytoryjne			
<b>Sposób realizacji zajęć</b>			
zajęcia w sali dydaktycznej			
<b>Liczba godzin</b>			
Ćw. audytoryjne: 30 godz., Wykład: 30 godz.			
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>			
2021/2022 zimowy			
<b>Status przedmiotu</b>		<b>Język wykładowy</b>	
fakultatywny (do wyboru)		angielski	
<b>Metody dydaktyczne</b>		<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>	
- discussion, case analysis, problem solving, student's own work (e.g., homework) - problem lecture, lecture with multimedia presentation		<b>Sposób zaliczenia</b>	
		- Zaliczenie na ocenę - Egzamin	
		<b>Formy zaliczenia</b>	
		Lecture: test (oral or written) with open-end questions. Exercises: determination of the final grade based on partial grades received during the semester	
		<b>Podstawowe kryteria oceny</b>	
<b>Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się</b>			
<b>Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi</b>			
<b>A. Wymagania formalne</b>			
None.			
<b>B. Wymagania wstępne</b>			
Basic knowledge of mathematics at high school level is required.			
<b>Cele kształcenia</b>			
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.			
<b>Treści programowe</b>			
The course contents includes presentation of the following concepts (lecture and exercises will be devoted to the same topics):			
1. Basic concepts of linear algebra: linear space, linear operator, matrix calculus 2. Basic concepts of functional analysis: Banach spaces and Hilbert spaces, bounded and unbounded operators, various types of norms, selfadjoint			

<p>operators, spectral theorem, functional calculus, positive definite operators</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. POVMs and quantum measurement</li> <li>4. Tensor products of Banach spaces and Hilbert spaces, operators on tensor products, Schmidt decomposition, Schmidt rank and Schmidt number, mathematical definition of entanglement, PPT states</li> <li>5. Fock space, CCR and CAR relations</li> <li>6. Positive and completely positive maps on matrix algebras: <math>k</math>-positivity, decomposability, entanglement witnesses</li> <li>7. Quantum channels, capacity of quantum channels, problem of additivity</li> <li>8. Tensor products of positive maps and distillation of entanglement, bound entanglement</li> </ol>	
<p><b>Wykaz literatury</b></p> <p>Literature required to pass the course:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O. Bratteli, D Robinson, „Operator algebras and statistical mechanics” vol. I</li> <li>2. E. Stormer, “Positive maps on operator algebras”</li> <li>3. M. Hayashi, Quantum information theory. Mathematical foundation”</li> <li>4. B.C. Hall “Quantum theory for mathematicians”</li> <li>5. Material provided by the lecturer.</li> </ol>	
<p><b>Kierunkowe efekty uczenia się</b></p>	<p><b>Wiedza</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Student knows and understands the basic mathematical concepts used in foundations of quantum information.</li> <li>• Student knows the mathematical formulation of quantum mechanics and quantum information concepts.</li> </ul>
	<p><b>Umiejętności</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Student is able to formulate and solve mathematical problems within the framework of quantum information theory.</li> <li>• Student is able to translate physical and quantum information problems into mathematical formalism and vice versa.</li> </ul>
	<p><b>Kompetencje społeczne (postawy)</b></p>
<p><b>Kontakt</b></p> <p>marcin.marciniak@ug.edu.pl</p>	