


**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>											
Paradoxes of quantum mechanics			13.2.0674											
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>														
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki														
<b>Studia</b>														
wydział		kierunek		poziom										
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki		Quantum Information Technology		wszystkie										
				forma										
				wszystkie										
				moduł										
				wszystkie										
				specjalnościowy										
				wszystkie										
				specjalizacja										
				wszystkie										
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>														
prof. dr hab. Michał Horodecki														
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>				<b>Liczba punktów ECTS</b>										
<b>Formy zajęć</b>				2										
Wykład				2 ECTS										
<b>Sposób realizacji zajęć</b>														
zajęcia on-line, zajęcia w sali dydaktycznej														
<b>Liczba godzin</b>														
Wykład: 15 godz.														
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>														
2023/2024 zimowy														
<b>Status przedmiotu</b>			<b>Język wykładowy</b>											
obowiązkowy			angielski											
<b>Metody dydaktyczne</b>			<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>											
- Wykład problemowy - Wykład z prezentacją multimedialną			<b>Sposób zaliczenia</b>											
			Zaliczenie na ocenę											
			<b>Formy zaliczenia</b>											
			- egzamin ustny - egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi - egzamin pisemny testowy											
			<b>Podstawowe kryteria oceny</b>											
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>form</th> <th>passing threshold</th> <th>weight in final grade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>exam</td> <td>50%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			form	passing threshold	weight in final grade	exam	50%	100%			
form	passing threshold	weight in final grade												
exam	50%	100%												
<b>Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się</b>														

established effect of education	exam
W01	+
W02	+
W03	+
U01	+
U02	+

### Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi

#### A. Wymagania formalne

none

#### B. Wymagania wstępne

knowledge on linear algebra (quantum mechanics course welcome, but not necessary)

### Cele kształcenia

Basic knowledge about striking quantum mechanical effects that contradict "classical" common sense

### Treści programowe

quantum interference and superposition, quantum eraser  
 uncertainty principle (measurement one and preparation one)  
 no-cloning, its relation with uncertainty  
 quantum teleportation and dense coding. Theoretical scheme and experimental realizations  
 Elitzur-Vaidman bomb tester  
 Entanglement, and Schrodinger paradox  
 local realism, GHZ paradox  
 Bell inequalities, nosignaling boxes and monogamy of quantum (and -supraquantum) correlations  
 contextuality and Peres-Mermin paradox  
 applied philosophy: communication complexity from Bell inequalities

### Wykaz literatury

Literature: Nielsen and Chuang, Quantum Computation and Quantum information;  
 John Preskill, Lecture notes;  
 John Watrous, Lecture notes;  
 Buhrman et al, Non-locality and communication complexity, <https://arxiv.org/abs/0907.3584v1>

### Kierunkowe efekty uczenia się

K\_W01  
 Student has extensive knowledge of general physics and advanced knowledge in the area of quantum information theory; knows the history of the development of quantum information theory and its importance for the progress of science, world cognition and social development

K\_W02  
 Student has in-depth knowledge of advanced mathematics, mathematical and computer methods necessary to solve physical problems of medium complexity and advanced in the area of quantum information and its technological aspects

K\_W04  
 Student knows the advanced methods of theoretical and mathematical physics necessary in creating models of quantum mechanics

K\_W06  
 Student has knowledge of the current trends in the development of physics, in particular within the quantum information theory

K\_U01  
 Student is able to apply the scientific method and physical

### Wiedza

W01: Student knows basic quantum mechanical paradoxes (K\_W01, K\_W06)  
 W02: Student understand main features of quantum phenomena and knows the differences to classical mechanics (K\_W01, K\_W04)  
 W03: Student knows the basic mathematical tools used in quantum mechanics (K\_W02, K\_W03)

### Umiejętności

U01: students will be able to derive the paradoxes basing on quantum formalism (K\_U01)  
 U02: Students can prove basic results concerning paradoxes of quantum mechanics (K\_U02)

### Kompetencje społeczne (postawy)

knowledge in solving problems formulated in the theory of quantum information, carrying out experiments and making conclusions

K\_U02

Student can apply mathematical knowledge to formulating, analyzing and solving problems related to information theory

## Kontakt

[michal.horodecki@ug.edu.pl](mailto:michal.horodecki@ug.edu.pl)