

SYLABUS PRZEDMIOTU

1.	Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wstęp do teorii informacji kwantowej dla fizyków	
2.	Dyscyplina: nauki fizyczne	
3.	Język wykładowy: angielski	
4.	Jednostka prowadząca przedmiot: Wydział Fizyki i Astronomii	
5.	Rodzaj przedmiotu (obowiązkowy lub do wyboru): obowiązkowy dla specjalności Master's Study of Theoretical Physics, do wyboru dla specjalności fizyka teoretyczna	
6.	Kierunek studiów: fizyka	
7.	Poziom studiów (I stopień lub II stopień): II	
8.	Rok studiów: 1	
9.	Semestr (zimowy lub letni): letni	
10.	Forma zajęć i liczba godzin: wykład – 30, konwersatoria - 30	
11.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu: Wiedza: wcześniejsza znajomość podstawowych pojęć i metod mechaniki kwantowej jest pomocna, ale nie jest wymagana, a kurs jest w zasadzie samodzielny, jeśli chodzi o koncepcje teorii informacji, kryptografii i komunikacji kwantowej; znajomość podstawowych pojęć fizyki statystycznej (entropia, rozkłady prawdopodobieństwa). Umiejętności: umiejętność posługiwania się podstawowymi metodami matematycznymi w zakresie rachunku prawdopodobieństwa, elementy rachunku różniczkowego i całkowego, algebra liniowa.	
12.	Cele kształcenia dla przedmiotu: • Przedstawienie wybranych zagadnień z teorii informacji kwantowej. • Zapoznanie studentów z protokołami komunikacji i kryptografii kwantowej. • Zapoznanie studentów z wybranymi zastosowaniami komputerów kwantowych.	
13.	Treści programowe: Wprowadzenie do zasad i idei nowego podejścia do przechowywania i operowania informacją przy użyciu mechaniki kwantowej. Kubity i ich reprezentacje, pomiary kwantowe, operatory gęstości, stany czyste i mieszane, operacje kwantowe, dekoherencja. Korelacje kwantowe: paradoks EPR, nierówności Bella, splątanie kwantowe, miary i świadkowie splątania. Kwantowe bramki logiczne i algorytmy kwantowe. Komputery kwantowe. Kryptografia kwantowa, dystrybucja klucza kwantowego. Komunikacja kwantowa: teleportacja, sieci kwantowe.	
14.	Zakładane efekty uczenia się: • zna i rozumie specjalistyczne pojęcia koncepcje i złożone teorie fizyczne właściwe dla teorii informacji	Symbole odpowiednich kierunkowych

	kwantowej • zna metody matematyczne i technologie informatyczne w stopniu i zakresie umożliwiającym modelowanie zjawisk fizycznych wykorzystujących splątane stany dwóch kubitów • ma ogólną wiedzę o najnowszych odkryciach i aktualnych trendach badawczych w zakresie komunikacji kwantowej i kwantowego przetwarzania informacji • umie uzasadnić założenia i uproszczenia oraz zakres stosowalności przyjętych modeli komunikacji kwantowej i kwantowego przetwarzania informacji • potrafi korzystać ze specjalistycznej literatury naukowej dotyczącej teorii informacji kwantowej dokonując jej krytycznej analizy • posiada umiejętność przekazywania swojej wiedzy i uczenia się od innych. • potrafi posługiwać się językiem obcym zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, uwzględniając specyfikę języka akademickiego i profesjonalne słownictwo z zakresu nauk fizycznych • ma świadomość ograniczeń posiadanych kompetencji dotyczących teorii informacji kwantowej, rozumie konieczność nieustannego poszerzania wiedzy i doskonalenia umiejętności • dostrzega społeczno-gospodarcze znaczenie działalności badawczej w zakresie komunikacji kwantowej i kwantowego przetwarzania informacji • wykazuje postawę krytyczną wobec prezentowanych opinii, w szczególności poglądów pseudonaukowych	efektów uczenia się: F2_W01, F2_W02, F2_W05, F2_U01, F2_U05, F2_U08, F2_U10, F2_U11, F2_K01, F2_K02, F2_K03
15.	Literatura obowiązkowa: • M.A. Nielsen, I.L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge Univ. Press, 2000) • J. Preskill, Lecture Notes for Physics: Quantum Information and Computation, www.theory.caltech.edu/people/preskill. Literatura zalecana: • A. Jones, D. Jaksch, Quantum Information, Computation and Communication (Cambridge Univ. Press, 2000) • N. D. Mermin, Quantum Computer Science (Cambridge University Press, 2007). • A. Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>. New York, NY: Springer, 1993	
16.	Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: - egzamin ustny lub pisemny - rozwiązywanie list zadań - kolokwia pisemne	
17.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu: - ciągła kontrola obecności i postępów w zakresie tematyki zajęć - pisemna prace kontrolne (kolokwia) - egzamin (pisemny lub ustny)	
18.	Nakład pracy studenta	
	Forma realizacji zajęć przez studenta (pozostawić właściwe)	Liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć

	zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:	
	- wykład:	30
	- konwersatoria:	30
	praca własna studenta (w tym udział w pracach grupowych):	
	- przygotowanie do zajęć:	35
	- czytanie wskazanej literatury:	25
	- przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu:	30
	Łączna liczba godzin	150
	Liczba punktów ECTS	6

COURSE SYLLABUS

1.	Course: Introduction to Quantum Information Theory for Physicists	
2.	Scientific discipline: physical sciences	
3.	Teaching language: English	
4.	University department: Faculty of Physics and Astronomy	
5.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional): mandatory for specialty Master's Study of Theoretical Physics, optional for specialty theoretical physics	
6.	University subject (programme/major) physics	
7.	Study level (I or II): II	
8.	Year: 1	
9.	Semester (autumn/spring) spring	
10.	Form of tuition and number of hours: lecture – 30 h, classes – 30 h	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module: Knowledge: Prior knowledge of the basic concepts and methods of quantum mechanics is helpful but not required, and the course is essentially self-contained when it comes to the concepts of information theory, cryptography, and quantum communications; knowledge of basic concepts of statistical physics (entropy, probability distributions). Skills: ability to use basic mathematical methods in the field of probability calculation, elements of differential and integral calculus, linear algebra.	
12.	Learning objectives for the subject: • Presentation of selected issues from the theory of quantum computing. • Introduction to communication protocols and quantum cryptography. • Introduction to selected applications of quantum computers	
13.	Course content: Introduction to the principles and concepts of storing and managing information using quantum mechanics. Qubits and their representations, quantum measurements, density operators, pure and mixed states, quantum operations, decoherence. Quantum correlations: EPR paradox, Bell's inequalities, quantum entanglement, measures and witnesses of entanglement. Quantum logic gates and quantum algorithms. Quantum computers. Quantum cryptography, distribution of quantum key. Quantum communication: teleportation, quantum lattices.	
14.	Learning outcomes: • knows and understands specialized concepts and complex physical theories relevant to quantum information theory • knows mathematical methods and information technologies to the extent and scope enabling modeling	Learning outcomes for the course: F2_W01, F2_W02, F2_W05,

	of physical phenomena using the entangled states of two qubits • has general knowledge of the latest discoveries and current research trends in the field of quantum communication and quantum information processing • is able to justify assumptions and simplifications as well as the scope of applicability of the adopted models of quantum communication and quantum information processing • is able to use specialized scientific literature on quantum information theory and critically analyze it • has the ability to transfer knowledge and learn from others • can use a foreign language in accordance with the requirements specified for level B2+ of the Common European Framework of Reference for Languages, taking into account the specificity of the academic language and professional vocabulary in the field of physical sciences • is aware of the limitations of his/her competences regarding quantum information theory, understands the need to constantly expand knowledge and improve skills • recognizes the socio-economic importance of research activities in the field of quantum communication and quantum information processing • shows a critical attitude towards the presented opinions, in particular pseudoscientific views	F2_U01, F2_U05, F2_U08, F2_U10, F2_U11, F2_K01, F2_K02, F2_K03
15.	Obligatory literature: • M.A. Nielsen, I.L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge Univ. Press, 2000) • J. Preskill, Lecture Notes for Physics: Quantum Information and Computation, www.theory.caltech.edu/people/preskill Recommended literature: • A. Jones, D. Jaksch, Quantum Information, Computation and Communication (Cambridge Univ. Press, 2000) • N. D. Mermin, Quantum Computer Science (Cambridge University Press, 2007) • A. Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>. New York, NY: Springer, 1993	
16.	Methods for verifying the assumed learning outcomes: - oral or written exam - active participation in problem solving - tests of advancements	
17.	Conditions and form of passing individual components of the subject: - constant monitoring of attendance and progress in the scope of classes - control work (final) - written tests of advancements - exam (written or oral)	
18.	Student's workload	
	The form of carrying out classes by the student (leave appropriate)	Number of hours allocated to carry out a given type of classes
	classes (according to the study plan) with the instructor: - lecture: - conversation classes:	30 30

	student's own work (including participation in group work):	
	- preparation for classes:	35
	- reading the indicated literature:	25
	- preparation for tests and exams:	30
	Total number of hours	150
	Number of ECTS	6