

OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim Czas w mechanice kwantowej	
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim Time in quantum mechanics	
3.	Jednostka prowadząca przedmiot Wydział Fizyki i Astronomii	
4.	Kod przedmiotu/modułu 24-FZ-S2-Wmon.TQM	
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu (<i>obowiązkowy lub fakultatywny</i>) fakultatywny	
6.	Kierunek studiów Fizyka	
7.	Poziom studiów (<i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i>) II stopień	
8.	Rok studiów (<i>jeśli obowiązuje</i>) 1,2	
9.	Semestr (<i>zimowy lub letni</i>) letni	
10.	Forma zajęć i liczba godzin Wykład – 10 godzin	
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia dr hab., prof. UW r Lech Jakóbczyk	
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej i analizy operatorów liniowych	
13.	Cele przedmiotu Dostarczenie wiedzy w zakresie problemów związanych z definicją operatora czasu w teorii kwantowej.	
14.	Zakładane efekty kształcenia Student rozumie jakie są matematyczne problemy z definicją operatora samosprężonego reprezentującego czas jako wielkość obserwowalną. Student zna pojęcie obserwabli uogólnionych i wie jak to pojęcie zastosować w przypadku czasu.	Symbole kierunkowych efektów kształcenia K2_W01, K2_W06

15.	Treści programowe	
	<ul style="list-style-type: none"> • Czas w mechanice kwantowej: parametr czy obserwabla? • Matematyka kanonicznych reguł komutacji: • Dlaczego operatory nieograniczone? • Samosprężoność. • Co jest złego z operatorami symetrycznymi? • „Twierdzenie” Pauliego: • Nie istnieje (samosprężony) operator czasu. • Czas jako obserwabla uogólniona. 	
16.	Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)	
	A. Holevo: <i>Statistical structure of quantum theory</i> G. Muga, R.S. Mayato, A. Campo: <i>Time in Quantum Mechanics. Vol.1</i>	
17.	Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia: wykład: pisemny test na zaliczenie seminarium: laboratorium: konwersatorium: inne:	
18.	Język wykładowy angielski	
19.	Obciążenie pracą studenta	
	Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
	Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem: - wykład: - ćwiczenia: - laboratorium: - inne:	10
	Praca własna studenta np.: - przygotowanie do zajęć: - opracowanie wyników: - czytanie wskazanej literatury: - napisanie raportu z zajęć: - przygotowanie do testu zaliczeniowego:	5 10
	Suma godzin	25
	Liczba punktów ECTS	1

*objaśnienie symboli:

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty kształcenia
W - kategoria wiedzy
U - kategoria umiejętności
K (po podkreśleniu) - kategoria kompetencji społecznych
01, 02, 03 i kolejne - numer efektu kształcenia

COURSE/MODULE DESCRIPTION (SYLLABUS)

1.	Course/module Time in quantum mechanics	
2.	University department Department of Physics and Astronomy	
3.	Course/module code 24-FZ-S2-Wmon.TQM	
4.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) Optional	
5.	University subject (programme/major) Physics	
6.	Degree: (<i>master, bachelor</i>) master	
7.	Year 1, 2	
8.	Semester (<i>autumn, spring</i>) spring	
9.	Form of tuition and number of hours Lecture 10	
10.	Name, Surname, academic title dr hab. Lech Jakóbczyk, prof. UWr	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion Basic knowledge of quantum mechanics and linear operators.	
12.	Objectives To provide a knowledge on the problems connected with the definition of time operator in quantum theory.	
13.	<p>Learning outcomes</p> <p>Student understands the mathematical problems with the definition of self – adjoint operator representing time as an observable.</p> <p>Student is familiar with the notion of generalized observable and knows how to apply it in the case of time observable.</p>	K2_W01, K2_W06
14.	<p>Content</p> <ul style="list-style-type: none"> • Time in quantum mechanics: parameter or observable? • Mathematics of canonical commutation relations: • Why unbounded operators? • Self – adjointness. • What is wrong with symmetric operators? 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Pauli "theorem": • There exist no (self – adjoint) time operator. • Time as generalized observable. 	
15.	Recommended literature A. Holevo: <i>Statistical structure of quantum theory</i> G. Muga, R.S. Mayato, A. Campo: <i>Time in Quantum Mechanics. Vol.1</i>	
16.	Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress: lecture: written test class: laboratory: seminar: other:	
17.	Language of instruction English	
18.	Student's workload	
	Activity	Average number of hours for the activity
	Hours of instruction (as stipulated in study programme) : - lecture: - classes: - laboratory: - other:	10
	student's own work, e.g.: - preparation before class (lecture, etc.) - research outcomes: - reading set literature: - writing course report: - preparing for final test:	5 10
	Hours	25
	Number of ECTS	1

* Key to symbols:

K (before underscore) - learning outcomes for the programme

W - knowledge

U - skills

K (after underscore) - social competences

01, 02, 03 and subsequent - consecutive number of learning outcome