

OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim Fale grawitacyjne i asymptotyczna struktura czasoprzestrzeni	
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim Gravitational waves and asymptotic structure of spacetime	
3.	Jednostka prowadząca przedmiot Wydział Fizyki i Astronomii	
4.	Kod przedmiotu/modułu 24-FZ-S2-W.mon.GW	
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu (<i>obowiązkowy lub fakultatywny</i>) fakultatywny dla specjalności fizyka teoretyczna i komputerowa	
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 i 2	
9.	Semestr (<i>zimowy lub letni</i>) Letni	
10.	Forma zajęć i liczba godzin Wykład 10	
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia Prof. dr hab. Jerzy Kowalski-Glikman	
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów Znajomość ogólnej teorii względności i elementów kwantowej teorii pola na poziomie wykładu kursowego.	
13.	Cele przedmiotu Zapoznanie słuchaczy z falami grawitacyjnymi, asymptotyczną strukturą asymptotyczną czasoprzestrzeni, grupą BMS i twierdzeniami o miękkich cząstkach.	
14.	Zakładane efekty kształcenia Zna i rozumie specyficzne aspekty ogólnej teorii względności, fal grawitacyjnych i asymptotycznych symetrii czasoprzestrzeni. Uzyskuje umiejętności pozwalające na samodzielne studiowanie teorii grawitacji.	Symbole kierunkowych efektów kształcenia K2_W01, K2_W02, K2_W03,

	<p>Potrafi uczyć się samodzielnie; umie precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania; sprawnie wyszukuje i wykorzystuje informacje niezbędne do poznania nowego zagadnienia lub rozwiązania problemu</p> <p>Zdaje sobie sprawę z konieczności posiadania odpowiednich kompetencji matematycznych i fizycznych dla zrozumienia i prawidłowego wyjaśnienia różnorodnych zjawisk; dostrzega konieczność poszerzania wiedzy i doskonalenia umiejętności przy rozwiązywaniu nowych problemów</p>	<p>K2_W06, K2_U03 K2_K01</p>				
15.	<p>Treści programowe</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fale grawitacyjne 2. Asymptotyczna struktura czasoprzestrzeni. 3. Grupa BMS symetrii asymptotycznych i jej znaczenie. 4. Twierdzenia o miękkich cząstkach. 					
16.	<p>Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)</p> <p>F. Alessio, "Asymptotic Structure and Bondi-Metzner-Sachs group in General Relativity", arXiv:1801.01714 [gr-qc]. A. Ashtekar, M. Campiglia and A. Laddha, "Null infinity, the BMS group and infrared issues", Gen. Rel. Grav. 50 (2018), 140 [arXiv:1808.07093 [gr-qc]]. A. Strominger, "Lectures on the Infrared Structure of Gravity and Gauge Theory", arXiv:1703.05448 [hep-th].</p>					
17.	<p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:</p> <p>Praca zaliczeniowa</p>					
18.	<p>Język wykładowy</p> <p>Angielski</p>					
19.	<p>Obciążenie pracą studenta</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Forma aktywności studenta</th> <th style="width: 30%;">Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykład: - ćwiczenia: - laboratorium: - inne: </td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">10</td> </tr> </tbody> </table>	Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności	<p>Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykład: - ćwiczenia: - laboratorium: - inne: 	10	
Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności					
<p>Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykład: - ćwiczenia: - laboratorium: - inne: 	10					

	Praca własna studenta np.:	
	- przygotowanie do zajęć:	5
	- opracowanie wyników:	5
	- czytanie wskazanej literatury: - napisanie raportu z zajęć: - przygotowanie pracy zaliczeniowej:	5
	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 Gravitational waves and asymptotic structure of spacetime	
2.	University department Department of Physics and Astronomy	
3.	Course/module code 24-FZ-S2-W.mon.GW	
4.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) Optional in the theoretical physics program	
5.	University subject (programme/major) Physics	
6.	Degree: (<i>master, bachelor</i>) Master	
7.	Year 1, 2	
8.	Semester: spring	
9.	Form of tuition and number of hours 10 hours of lectures	
10.	Name, Surname, academic title Prof. dr hab. Jerzy Kowalski-Glikman	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion Acquaintance with general relativity and basic quantum field theory as covered by the 2 nd stage course.	
12.	Objectives The aim of the course is to make students acquainted with gravitational waves, asymptotic structures of spacetime, BMS group, and soft theorems.	
13.	<p>Learning outcomes</p> <p>Knows and understands specific aspects of general relativity, gravitational waves, and asymptotic symmetries of spacetime.</p> <p>Gets an ability to study aspects of theories of gravity.</p> <p>Is able to learn unassisted; is able to formulate precisely questions leading to deeper understanding and finding the missing links; efficiently finds and uses information needed to understand and solve problems.</p> <p>Realizes the need of possessing mathematical</p>	<p>Outcome symbols</p> <p>K2_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W06, K2_U03 K2_K01</p>

	and physical competence in order to understand and explain natural phenomena; discerns the necessity of widening the knowledge and developing skills to solve new problems.	
14.	Content <ol style="list-style-type: none"> 1. Gravitational waves 2. Asymptotic structures of spacetime. 3. BMS group of asymptotic symmetries and its relevance. 4. Soft theorems. 	
15.	Recommended literature <p>F. Alessio, "Asymptotic Structure and Bondi-Metzner-Sachs group in General Relativity", arXiv:1801.01714 [gr-qc].</p> <p>A. Ashtekar, M. Campiglia and A. Laddha, "Null infinity, the BMS group and infrared issues", Gen. Rel. Grav. 50 (2018), 140 [arXiv:1808.07093 [gr-qc]].</p> <p>A. Strominger, "Lectures on the Infrared Structure of Gravity and Gauge Theory", arXiv:1703.05448 [hep-th].</p>	
16.	Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress: written project paper	
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.)	5
	- research outcomes:	5
	- reading set literature:	5
	- writing course report:	5
	- preparing project paper:	5
	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