

OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim Ogólna teoria względności i grawitacja, General Relativity and Gravitation
2.	Dyscyplina Nauki fizyczne
3.	Język wykładowy angielski
4.	Jednostka prowadząca przedmiot Wydział Fizyki i Astronomii
5.	Kod przedmiotu/modułu 24-FZ-S2-E2-GRG
6.	Rodzaj przedmiotu/modułu (<i>obowiązkowy lub do wyboru</i>) obowiązkowy
7.	Kierunek studiów (specjalność/specjalizacja) Fizyka (fizyka teoretyczna)
8.	Poziom studiów (<i>I lub II stopień, jednolite studia magisterskie, studia doktoranckie</i>) II stopień
9.	Rok studiów (<i>jeśli obowiązuje</i>) 2
10.	Semestr (<i>zimowy lub letni</i>) letni
11.	Forma zajęć i liczba godzin Wykład – 30 godz., konwersatorium – 30 godz. Metody nauczania Wykład, ćwiczenia przedmiotowe
12.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia Arkadiusz Błaut, dr
13.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu 1. Zna podstawowy kurs analizy matematycznej i algebry. 2. Zna kurs matematycznych metod w fizyce. 3. Zna kurs elektrodynamiki z elementami szczególnej teorii względności. 4. Zna kurs klasycznej teorii pola. 5. Zna język angielski w stopniu co najmniej umożliwiającym czytanie literatury specjalistycznej.
14.	Cele przedmiotu Kształtowanie kompetencji w zakresie rozumienia teoretycznych i poznawczych aspektów ogólnej teorii względności Einsteina oraz jej eksperymentalnej weryfikacji: porównania z teorią Newtona, zastosowania do opisu Układu Słonecznego, fal grawitacyjnych i ewolucji całego Wszechświata. Zrozumienie związku pomiędzy

	koncepcjami geometrycznymi (metryka, koneksja, krzywizna) wyrażonymi w języku tensorowym a rozkładem energii-pędu materii w czasoprzestrzeni – uniwersalność praw fizyki zapisanych w języku analizy tensorowej.	
15.	Treści programowe 1. Powtórka ze szczególnej teorii względności. Efekty STW: skrócenie Lorentza, dylatacja czasu, jednoczesność i przyczynowość, relatywistyczny efekt Dopplera, pęd i energia cząstki. 2. Rachunek tensorowy, prawa transformacji, algebra i analiza tensorowa, niezależność od układu współrzędnych. Koneksja jako obiekt geometryczny przesunięcia równoległego wzdłuż krzywej. Tensorowe charakterystyki koneksji: krzywizna i torsja – tożsamości Bianchi. Koneksje metryczne (Levi-Civita). Równania geodezyjnych, parametryzacja afiniczna. Zasada równoważności. 3. Równania Einsteina, skonstruowana tożsamość Bianchi i prawa zachowania zachowania tensora energii-pędu. Tensor energii pędu cieczy idealnej i jego interpretacja fizyczna. Granica newtonowska jako linearyzacja równań Einsteina. 4. Metryka Schwarzschilda, twierdzenie Birkhoffa, geodezyjne w polu Schwarzschilda, poprawki relatywistyczne do równań Newtona, układy planetarne. Zagadnienie czarnych dziur i ewolucja gwiazd. 5. Elementy kosmologii: zasada kosmologiczna i metryka FRWL, równanie Friedmanna, dokładne rozwiązania, materia relatywistyczna (promieniowanie) i nierelatywistyczna (pyłowa) jako źródła rozszerzania Wszechświata. Informacja o formowaniu struktur. Przyspieszające rozszerzanie, zagadnienia ciemnej energii i ciemnej materii. Problemy standardowego modelu kosmologicznego. 6. Promieniowanie grawitacyjne: natura fal, astrofizyczne źródła fal grawitacyjnych, metody detekcji.	
	Zakładane efekty uczenia się 1. Zdaje sobie sprawę z konieczności posiadania odpowiednich narzędzi matematycznych dla prawidłowego modelowania i wyjaśnienia różnorodnych zjawisk fizycznych. Dostrzega przybliżony charakter tych modeli i umie określić zakres ich stosowalności. 2. Rozumie współzmienniczość praw fizyki oraz rachunku tensorowego jako narzędzia do jej wyrażania. Potrafi użyć poznany formalizm matematyczny do analizy prostych modeli fizycznych w zakresie teorii grawitacji. 3. Rozumie równania Einsteina jako związek geometrii z materią oraz rolę równań geodezyjnych dla opisu trajektorii obiektów fizycznych. 4. Zna szczególne rozwiązania równań Einsteina: metryka Minkowskiego, Schwarzschilda i Friedmanna oraz ich podstawowe zastosowania. Zna eksperymentalnie weryfikowalne efekty OTW jak również jej niedostatki. 5. Zdaje sobie sprawę z newtonowskiego przybliżenia oraz skali w której ono może być stosowane. 6. Jest świadom znaczenia teorii Einsteina do opisu układów planetarnych, procesów ewolucji gwiazd, galaktyk jak i całego Wszechświata. 7. Potrafi uczyć się samodzielnie. Sprawnie wyszukuje i wykorzystuje informacje niezbędne do poznania nowego zagadnienia lub rozwiązania problemu. 8. Ma umiejętności językowe zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się: F2_W03 F2_W02 F2_W01 F2_W01, F2_W06 F2_U04 F2_U04 F2_U03 F2_U08
16.	Literatura obowiązkowa i zalecana (<i>źródła, opracowania, podręczniki itp.</i>) „Gravitation and Cosmology”, S. Weinberg „Gravitation”, K. Thorne, Ch. Misner, J. Wheeler „Introducing Einstein’s Relativity”, R. d’Inverno	
17.	Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: 1. Samodzielne rozwiązywanie zadań 2. Kolokwium półsemestralne: praca pisemna 3. Kolokwium końcowe: test 4. Egzamin końcowy	

18.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu: 1. Obecność na wykładzie 2. Obecność na ćwiczeniach 3. Zaliczona praca półsemestralna 4. Zaliczone kolokwium końcowe 5. Egzamin końcowy	
19.	Nakład pracy studenta/doktoranta	
	forma działań studenta/doktoranta	liczba godzin na realizację działań
	Zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym: - wykład: - konwersatorium: - laboratorium: - inne:	30 30
	Praca własna studenta, doktoranta (w tym udział w pracach grupowych) np.: - przygotowanie do zajęć: - opracowanie wyników: - czytanie wskazanej literatury: - przygotowanie prac/wystąpień/projektów: - przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu:	30 - 40 - 20
	łącznie liczba godzin	150
	Liczba punktów ECTS	6 ECTS