



# Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, tel./fax +48 22 234 6003 (6002), www.csz.pw.edu.pl



Uczelniana Oferta Studiów Zaawansowanych SYLABUS 2019/2020	
Nazwa przedmiotu (jęz. polski i angielski)	Matematyczna Struktura Czasu i Przestrzeni II. Wstęp do Ogólnej Teorii Względności. Mathematical Structure of Spacetime II. Introduction to General Relativity Theory.
Liczba punktów ECTS	Proponowana liczba punktów: 3 ECTS

Osoby prowadzące	Tytuł naukowy	Imię i nazwisko	Katedra / Instytut/ Centrum/ Inne
	Prof. dr hab.	Jerzy Kijowski	Centrum Fizyki Teoretycznej PAN
Osoba odpowiedzialna za przedmiot	Prof. dr hab.	Jerzy Kijowski	Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

Semestr studiów	Semestr letni 2019-2020
Typ przedmiotu (możliwości wyboru) obowiązkowy O fakultatywny F	
Wymagania wstępne	Wymagane wykształcenie matematyczne w zakresie analizy matematycznej, algebry liniowej oraz geometrii analitycznej odpowiadające studiom licencjackim na wydziałach nauk ścisłych (matematyka, fizyka, chemia) lub inżynierskich.
Poziom przedmiotu Podstawowy P Średniozaawansowany Ś Zaawansowany Z	Średniozaawansowany
Charakter zajęć, liczba godzin w semestrze, liczba godzin w tygodniu. 1) podać rodzaj prowadzonych zajęć dla danego przedmiotu: wykłady (W); ćwiczenia (Ć); laboratorium (L); projekt (P) 2) podać liczbę godzin w tygodniu np. W - 2; Ć - 2; L - 3; P - 0 3) podać liczbę godzin w semestrze	<i>W – 2 godz. w tygodniu, łącznie: 30 godzin</i>

np. W - 30; Ć - 30; L - 45; P - 0	
<b>Sugerowana liczba godzin pracy własnej</b>	45 godzin obejmuje : 30 godzin przygotowywanie się słuchacza do wykładów, 15 – przygotowywanie się słuchacza do egzaminu.
<b>Całkowita liczba godzin:</b>	75 godzin
<b>Aspekty międzynarodowe (jeśli są)</b>	
<b>Język wykładowy</b>	polski
<b>Cel przedmiotu</b> Opis zakładanych kompetencji i umiejętności, jakie student nabywa w wyniku zaliczenia przedmiotu. Uwaga: maksymalna objętość tekstu to 3 linie standardowej strony A4	Celem zajęć jest zapoznanie się ze współczesną teorią czasoprzestrzeni zwaną Ogólną Teorią Względności. Powstała ona jako ulepszona wersja (w stosunku do wersji Newtonowskiej) teorii grawitacji. Dała ona początek wielu wątkom nowoczesnej geometrii różniczkowej. Celem zajęć jest poznanie podstawowych pojęć geometrycznych wyrosłych na potrzeby fizyki grawitacji, takich jak: różniczkowa, formy różniczkowe, tensory, metryka Riemannowska czy Lorenzowska, wreszcie struktura powiązania (koneksja), teoria krzywizny, a także zaznajomienie się z fundamentalnym prawem grawitacji opisanym tzw. Równaniami Einsteina. Będzie również mowa o "czarnych dziurach" i "falach grawitacyjnych".
<b>Treść przedmiotu</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Istota pierwszej zasady dynamiki Newtona.</li> <li>2. Pojęcie „lokalnego układu odniesienia”.</li> <li>3. Pole grawitacyjne jako pole lokalnych układów inercjalnych. Elementy teorii powiązania (koneksji).</li> <li>4. Teoria krzywizny. Elementy analizy tensorowej. Analiza multipolowa.</li> <li>5. Struktura metryczna różniczkowa i jej konsekwencje.</li> <li>6. Najprostsza, afiniczna zasada wariacyjna dla pola grawitacyjnego.</li> <li>7. Metryczne sformułowanie teorii grawitacji.</li> <li>8. Tensor energii-pędu materii.</li> <li>9. Liniowe przybliżenie teorii Einsteina.</li> <li>10. Kiedy teoria grawitacji Einsteina przechodzi w prawo powszechnego ciężenia Newtona?</li> <li>11. Rozwiązanie Schwarzschilda jako model „czarnej dziury”.</li> <li>12. Fale grawitacyjne i historia związanych z nimi kontrowersji.</li> <li>13. Modele kosmologiczne.</li> <li>14. Wieloskalowa struktura Wszechświata a trudności z „uśrednianiem” pola grawitacyjnego.</li> <li>15. Grawitacja a fizyka kwantowa: największe wyzwanie stojące przed fizyką teoretyczną.</li> </ol>	
<b>Spis zalecanych lektur</b>	
<b>LP.</b>	<b>Autor, Tytuł, Wydawnictwo,</b>
1.	W. Kopczyński, A. Trautman <i>Czasoprzestrzeń i grawitacja</i> PWN, Warszawa 1984
2.	C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler <i>Gravitation</i> , Freeman and Co. 1973
3.	J. Kijowski <i>Geometria różniczkowa jako narzędzie Nauk przyrodniczych</i> , P.W. Warszawa 2016
4.	

<b>Metody oceny</b> ( ocena, egz. pisemny, egz. ustny, projekt)	Egzamin pisemny i ustny. Wystawiane jedynie oceny za zaliczenie przedmiotu.
--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

<b>Uwagi dodatkowe</b>	Zajęcia odbędą się, jeżeli zapisze się co najmniej 20 osób.
------------------------	-------------------------------------------------------------

**Tabela 1. Efekty kształcenia**

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
<b>WIEDZA</b>		
<b>MSCP2_W1</b>	Zna pojęcie różniczkowalnej różniczkowalnej, powiązania oraz tensora metrycznego. Wie co to są tensory.	Egzamin
<b>MSCP2_W2</b>	Zna afiniczne oraz metryczne sformułowanie teorii grawitacji.	Egzamin
<b>MSCP2_W3</b>	Zna liniowe przybliżenie teorii grawitacji i rozumie falową strukturę równań grawitacji.	Egzamin
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
<b>MSCP2_U1</b>	Umie posługiwać się analizą tensorową.	Egzamin
<b>MSCP2_U2</b>	Umie zlinearyzować równania Einsteina.	Egzamin
<b>MSCP2_U3</b>	Potrafi odtworzyć rozwiązanie Schwarzschilda równań grawitacji i rozumie jego znaczenie.	Egzamin
<b>KOMPETENCJE</b>		
<b>MSCP2_K1</b>	Rozumie konieczność dalszego samokształcenia	Obserwacja na zajęciach, egzamin
<b>MSCP2_K2</b>	Rozumie znaczenie metod interdyscyplinarnych w nauce	Obserwacja na zajęciach.