Wykład II - Wybrane zagadnienia ogólnej teorii względności - opis przedmiotu

Informacje ogólne

Nazwa przedmiotu	Wykład II - Wybrane zagadnienia ogólnej teorii względności
Kod przedmiotu	13.7-WF-FiAT-W-II--S16
Wydział	Wydział Fizyki i Astronomii
Kierunek	Fizyka i Astronomia
Profil	ogólnoakademicki
Rodzaj studiów	trzeciego stopnia z tyt. doktora
Semestr rozpoczęcia	semestr zimowy 2016/2017

Informacje o przedmiocie

Semestr	1
Liczba punktów ECTS do zdobycia	3
Typ przedmiotu	obowiązkowy
Język nauczania	polski
Sylabus opracował	• dr hab. Maria Przybylska, prof. UZ

Formy zajęć

Forma zajęć	Liczba godzin w semestrze (stacjonarne)	Liczba godzin w tygodniu (stacjonarne)	Liczba godzin w semestrze (niestacjonarne)	Liczba godzin w tygodniu (niestacjonarne)	Forma zaliczenia
Wykład	30	2	-	-	Egzamin

Cel przedmiotu

matematycznego stosowanego w ogólnej teorii względności. Głównym celem zajęć jest zapoznanie doktorantów z podstawami ogólnej teorii względności, zrozumienie podstawowych idei tej teorii, zapoznanie z ich różnorodnymi konsekwencjami i wybranymi zastosowaniami do opisu zjawisk fizycznych i astronomicznych

Wymagania wstępne

Analiza matematyczna I i II, fizyka na poziomie „Podstaw Fizyki I, II, III i IV"

Zakres tematyczny

- Elementy geometrii różniczkowej. Pojęcie rozmaitości różniczkowej, współrzędne na rozmaitości. Krzywe w przestrzeni euklidesowej, długość krzywej, metryka riemannowska, parametryzacja naturalna, krzywizna i torsja, powierzchnie w R^3, podprzestrzenie zanurzone w wyżej wymiarowych przestrzeniach płaskich. Przestrzeń styczna i kostyczna.
- Elementy algebry tensorowej. Przestrzeń dualna do przestrzeni wektorowej, odwzorowania wieloliniowe, prawo transformacji dla tensorów i pól tensorowych, operacje algebraiczne na tensorach, formy różniczkowe jako tensory antysymetryczne, przykłady zastosowania tensorów w fizyce.
- Elementy analizy tensorowej. Koneksja afiniczna, pochodna kowariantna, symbole Christoffela, torsja, koneksja riemannowska, przesunięcie równoległe, równanie przesunięcia równoległego, geodezyjne, tensor krzywizny, współrzędne euklidesowe, własności tensora krzywizny, tensor Ricciego, skalar krzywizny.
- Czasoprzestrzeń ogólnej teorii względności, relacje między czasoprzestrzeniami ogólnej i szczególnej teorii względności, lokalne układy inercjalne.
- Zasady: równoważności, względności, minimalnego sprzężenia grawitacyjnego i korespondencji.
- Dewiacja geodezyjna i równania Einsteina w pustej przestrzeni. Newtonowska granica równań geodezyjnych.
- Tensory energii i pędu.
- Równania Einsteina, rozumowanie prowadzące do ich sformułowania. Struktura równań Einsteina i ich ogólne własności.
- Rozwiązanie Schwarzschilda, rozumowanie prowadzące do uzyskania postaci tej metryki, własności tej metryki. Geodezyjne w tej metryce. Trajektorie cząstek masowych i fotonów.
- Testy teorii względności: przesunięcie perihelium, ugięcie światła.
- Schwarzschildowska czarna dziura, osobliwości metryki Schwarzschilda, linie świata radialnych fotonów i cząstek masowych we współrzędnych schwarzschildowskich, współrzędne Eddingtona-Finkelsteina i Kruskala, tunele czasoprzestrzenne i most Einsteina-Rosena.

Metody kształcenia

Wykład konwencjonalny z elementami metod matematycznych (geometrii różniczkowej i analizy tensorowej) oraz ich zastosowaniami do ogólnej teorii względności.

Efekty uczenia się i metody weryfikacji osiągania efektów uczenia się

Opis efektu	Symbole efektów	Metody weryfikacji	Forma zajęć
Student zna różne sposoby określania rozmaitości różniczkowych, wyznacza przestrzenie styczne i kostyczne.	• SD_W05	• Egzamin	• Wykład
Student opanował rachunek tensorowy w stopniu pozwalającym mu samodzielnie obliczać symbole Christoffela, wyznaczać tensor krzywizny, zapisywać równania geodezyjnych, odczytywać symbole Christoffela z równań geodezyjnych.	• SD_W05	• Egzamin	• Wykład

Opis efektu	Symbole efektów	Metody weryfikacji	Forma zajęć
Student potrafi zmieniać parametryzacje krzywych, liczy długości krzywych, zna i stosuje własności geodezyjnych.	• SD_W05	• Egzamin	• Wykład
Student posiada umiejętności posługiwania się aparatem matematycznym do opisu i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych.	• SD_W03 • SD_W05	• Egzamin	• Wykład
Student zna i rozumie postulaty ogólnej teorii względności. Zna i rozumie przesłanki teoretyczne i doświadczalne, które doprowadziły Einsteina do jego postulatów.	• SD_W01 • SD_W02	• Egzamin	• Wykład
Student zna i rozumie eksperymenty myślowe z lokalną i nielokalną windą i związek tego drugiego eksperymentu z równaniami Einsteina w pustej przestrzeni.	• SD_W01 • SD_W02	• Egzamin	• Wykład
Student zna przykłady tensorów energii i pędu.	• SD_W01	• Egzamin	• Wykład
Student zna kroki rozumowania prowadzące do sformułowania równań Einsteina, zna własności tych równań i sposoby ich wykorzystywania.	• SD_W01 • SD_W02	• Egzamin	• Wykład
Student potrafi wyjaśnić postać metryki Schwarzschilda i zna geodezyjne w tej metryce oraz ich własności.	• SD_W01	• Egzamin	• Wykład
Student zna zjawiska fizyczne i astronomiczne potwierdzające słuszność ogólnej teorii względności.	• SD_W01 • SD_W02	• Egzamin	• Wykład

Warunki zaliczenia

Test pisemny.

Warunek zaliczenia - pozytywna ocena z egzaminu złożonego z pytań o zróżnicowanym poziomie trudności.

Literatura podstawowa

1. Slajdy do wykładu przygotowane przez prowadzącego.
2. J. Foster, J. D. Nightingale, Ogólna teoria względności, PWN, Warszawa 1985. English version: J. Foster, J.D. Nightingale, A shourt course in general relativity, 3-rd edition, Springer Science+Business Media, 2006.
3. J. B. Hartle, Grawitacja, Wprowadzenie do ogólnej teorii względności Einsteina, Wydawnictwo Uniwerystetu Warszawskiego, 2010. English version: J.B. Hartle, Gravity, Addison Wesley, San Francisco, Boston, 2003.
4. R. D'Inverno, Introducing Einstein's relativity, Claredon Press, Oxford 1998.
5. M. P. Hobson, G. Efstathiou, A. N. Lasenby, General relativity: an introduction for physicists, Cambridge University Press, Cambridge 2006.
6. Ta-Pei Cheng, A college course on relativity and cosmology, Oxford, 2015.
7. L. D. Landau, J. M Lifszyc, Teoria pola, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
8. A. Mishchenko, A. Fomenko, A course of differential geometry and topology, Mir Publisher, Moscow, 1988.
9. B. A. Dubrovin, A.T. Fomenko, S.P. Novikov, Modern Geometry – Methods and Applications, Springer 1992.

Literatura uzupełniająca

1. B. F. Schutz, Wstęp do ogólnej teorii względności, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
2. P.M. Gadea, J. Munoz Masque, Analysis and Algebra on Differentiable Manifolds, Springer 2009.

Uwagi

Zmodyfikowane przez dr Joanna Kalaga (ostatnia modyfikacja: 23-10-2017 00:00)