

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT

Stopień studiów: I

Specjalności: Modelowanie komputerowe, Technologie multimedialne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wstęp do astrofizyki
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	An introduction to Astrophysics
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF FT oIS D7 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	7

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
7	15	0	0	0	0	15

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie z elementami astrofizyki relatywistycznej z naciskiem na strukturę koncepcyjną ogólnej teorii względności.

Cel 2 Ugruntowanie umiejętności stosowania w praktyce metod obliczeń symbolicznych (algebry komputerowej) geometrii nieeuklidesowych (znajdującej zastosowanie chociażby w fizyce powierzchni) oraz metod numerycznych równań różniczkowych na przykładzie warsztatu obliczeniowego fizyki w silnych polach grawitacyjnych.

Cel 3 Współczesna teoria grawitacji jest zazwyczaj pomijana w kursach fizyki, zagadnienia relatywistyki są wciąż zmitologizowane i błędnie rozumiane nawet przez adeptów fizyki. Tymczasem efekty relatywistyczne mają istotne znaczenie w technice geopozycyjnej (sensor GPS znajduje się niemalże w każdym telefonie komórkowym, zegarku sportowym, czy samochodzie) a metody obserwacyjne zostały ostatnio rozszerzone o promieniowanie grawitacyjne. Wykład ma uzupełnić tę lukę poznawczą.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 podstawowa znajomość zagadnień mechaniki, elektromagnetyzmu i szczególnej teorii względności
- 2 podstawowa znajomość oprogramowania do obliczeń symbolicznych (np. w środowisku Mathematica)
- 3 elementarne zrozumienie zastosowań metod analizy matematycznej do zagadnień geometrii (wektory styczne, długość krzywej i jej krzywizna, itp)
- 4 ciekawość świata

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Zna elementy relatywistyki i struktury koncepcyjnej ogólnej teorii względności. Opanował podstawy kosmologii i relatywistycznej teorii zwartych obiektów astrofizycznych. Rozumie zjawisko promieniowania grawitacyjnego.

EK2 Wiedza Rozumie i zna genezę podstawowych efektów relatywistyki w polu grawitacyjnym, w szczególności w odniesieniu do poprawek relatywistycznych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania satelitarnego systemu geopozycyjnego.

EK3 Umiejętności Posiada rozszerzone praktyczne umiejętności w zakresie metody obliczeń symbolicznych (algebry komputerowej) w zagadnieniach geometrii nieeuklidesowych, potrafi zastosować metody numeryczne równań różniczkowych na przykładzie warsztatu obliczeniowego fizyki w silnych polach grawitacyjnych.

EK4 Kompetencje społeczne Jest świadomy znaczenia nauk matematyczno-przyrodniczych dla rozwoju techniki i potrzeby rozwinięcia tej świadomości w społeczeństwie. Rozwinął swe umiejętności pracy w zespole.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	preliminaria: czasoprzestrzeń bez grawitacji (Minkowskiego), współrzędne krzywoliniowe (znaczenie kinematyczne), metryka. Rozmaitość, bazy, obserwatory, pola wektorowe i tensorowe, notacja abstrakcyjna.	1
W2	Transport równoległy, pochodna kowariantna - geneza, geodezyjne (w sensie metrycznym i afinicznym). Pojęcie koneksji i torsji. Jedyność koneksji metrycznej i beztorsyjnej, znaczenie fizyczne - układy lokalnie inercjalne. Ogólna kowariancja.	2
W3	Koncepcja krzywizny i związek z defektem geodezyjnym. Implikacje fizyczne w kosmologii i astrofizyce gwiazd. Siły pływowe.	1
W4	Metody obliczania tensora krzywizny.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W5	Działanie Einsteina Hilberta dla grawitacji - geneza i jednoznaczność. Zasada minimalnego sprzężenia z polem grawitacyjnym.	1
W6	Uzyskanie równań pola Einsteina ze źródłami. Metryczny tensor energii pędu - problem definicji energii grawitującej. Lokalne prawo zachowania oraz równania ruchu dla prostych form materii: Ciecz idealna oraz pole elektromagnetyczne w zakrzywionej czasoprzestrzeni.	1
W8	Kinematyczny model wybuchu (wszechświat Milne'a) pierwowzór kosmologii jednorodnej i izotropowej. Trzy rodzaje maksymalnie symetrycznych geometrii przestrzennych. Metryka FRLW. Dynamika Wszechświata: model kosmologiczny, ze stałą kosmologiczną. Statyczny wszechświat Einsteina.	2
W9	Grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni w kosmologii - ucieczka czy rozszerzanie? - interpretacja kinematyczna i granice jej stosowalności na przykładzie modelu.	2
W10	Sferycznie symetryczna próżniowa czasoprzestrzeń z centralną osobliwością. Twierdzenie Birkhoffa. Fizyka w czasoprzestrzeni czarnej dziury.	2
W12	Uwagi na temat zlinearyzowanej grawitacji i promieniowanie (fale) grawitacyjne.	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Wyznaczenie defektu geodezyjnego na sferze przy przeniesieniu wektora jednostkowego po równoleżniku, powiązanie z polem powierzchni objętego równoleżnikiem.	2
P2	Podrozmaitości w przestrzeni - wyprowadzenie wzoru Theorema Egregium Gaussa: współrzędne wewnętrzne, konstrukcja tensora metrycznego, wyznaczenie składowej krzywizny. Konstrukcja modułu algebry komputerowej generującego równania Einsteina dla określonej metryki i tensora energii pędu.	3
P3	Sferyczna gwiazda zwarta, wyprowadzenie relatywistycznego równania równowagi hydrodynamicznej (wspomagane algebrą komputerową) oraz jego (numeryczne) rozwiązanie dla określonego równania stanu. Rozwiązanie (wewnętrzne) ściśle dla jednorodnej gwiazdy Schwarzschilda.	3
P4	Orbita kołowa, implikacje dla geolokacyjnego systemu GPS - wyprowadzenie odpowiednich poprawek wspomaganie algebrą komputerową.	2
P5	Relatywistyczny problem Keplera. Rozwiązanie przybliżone analityczne oraz numeryczne. Wyprowadzenie wzoru na precesję perycentrum oraz kąt ugięcia toru fotonu (porównanie z wynikiem newtonowskim)	3
P6	Dynamika Wszechświata - rozwiązanie równań kosmologicznych wspomaganie algebrą komputerową.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład tradycyjny

N2 Projekty zespołowe z wykorzystaniem metod komputerowych

N3 Dyskusja

N4 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	30
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	25
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	110
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Przygotowanie i prezentacja projektów indywidualnych i zespołowych

F2 odpowiedź ustna, aktywność i uczestnictwo w zajęciach

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Średnia ważona co najmniej 3.0

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	w zakresie poniżej 40%
NA OCENĘ 3.0	w zakresie co najmniej 40%
NA OCENĘ 3.5	w zakresie co najmniej 55%
NA OCENĘ 4.0	w zakresie co najmniej 70%
NA OCENĘ 4.5	w zakresie co najmniej 80%
NA OCENĘ 5.0	w zakresie co najmniej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	w zakresie poniżej 40%
NA OCENĘ 3.0	w zakresie co najmniej 40%
NA OCENĘ 3.5	w zakresie co najmniej 55%
NA OCENĘ 4.0	w zakresie co najmniej 70%
NA OCENĘ 4.5	w zakresie co najmniej 80%
NA OCENĘ 5.0	w zakresie co najmniej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	w zakresie poniżej 40%
NA OCENĘ 3.0	w zakresie co najmniej 40%
NA OCENĘ 3.5	w zakresie co najmniej 55%
NA OCENĘ 4.0	w zakresie co najmniej 70%
NA OCENĘ 4.5	w zakresie co najmniej 80%
NA OCENĘ 5.0	w zakresie co najmniej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Wykazuje podstawową aktywność pracy w zespole, postępuje etycznie

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W02 K_W13 K_U03 K_K01 K_K02 K_K07 K_K08	Cel 1 Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W8 W9 W10 W12 P1 P2 P3 P4 P5 P6	N1 N3 N4	F2 P1
EK2	K_W01 K_W02 K_W04 K_W05 K_W07 K_W12 K_W13 K_W17b K_U01 K_U02 K_U03 K_U05 K_U10 K_U11 K_K01 K_K02 K_K03 K_K05 K_K07 K_K08	Cel 2 Cel 3	P1 P3 P4 P5 P6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK3	K_W01 K_W09b K_W17b K_U01 K_U02 K_U03 K_U04 b K_U05 K_U11	Cel 2	P1 P2 P3 P4 P5 P6	N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK4	K_K01 K_K02 K_K03 K_K04 K_K07 K_K08	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W8 W9 W10 W12 P1 P2 P3 P4 P5 P6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] : Charles W. Misner, Kip Thorne — *Gravitation*, , 1973, W. H. Freeman and Company
- [2] Steven Weinberg — *Gravitation and cosmology: principles and applications of the general theory of relativity*, , 1972, John Wiley & Sons

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Steven Weinberg — *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, , 1993, Basic Books

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. Łukasz Bratek (kontakt: lukasz.brtek@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. Łukasz Bratek (kontakt: lukasz.brtek@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....