



Program studiów

Wydział:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Kierunek:	astrofizyka i kosmologia
Poziom kształcenia:	drugiego stopnia
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	2019/20

Spis treści

Charakterystyka kierunku	3
Nauka, badania, infrastruktura	5
Program	6
Efekty uczenia się	7
Plany studiów	9
Sylabusy	12

Charakterystyka kierunku

Informacje podstawowe

Nazwa wydziału:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Nazwa kierunku:	astrofizyka i kosmologia
Poziom:	drugiego stopnia
Profil:	ogólnoakademicki
Forma:	studia stacjonarne
Język studiów:	polski

Przyporządkowanie kierunku do dziedzin oraz dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia się

Nauki fizyczne	70,0%
Astronomia	15,0%
Informatyka techniczna i telekomunikacja	12,0%
Nauki o bezpieczeństwie	2,0%
Językoznawstwo	0,5%
Filozofia	0,5%

Charakterystyka kierunku, koncepcja i cele kształcenia

Charakterystyka kierunku

UJ proponuje dwa pokrewne kierunki II stopnia: fizykę teoretyczną oraz astronomię. Kierunek astrofizyka i kosmologia ma na celu umożliwienie kontynuowania swoich zainteresowań ogólnie rozumianym Kosmosem przez studentów którzy nie mogą zdecydować się pomiędzy wyborem fizyki teoretycznej i astronomii. Astrofizyka i kosmologia wypełnia lukę, w którą trafiają młodzi ludzie, z jednej strony zafascynowani astronomią, ale z drugiej strony oczekujący wiedzy i zrozumienia bardziej fundamentalnego, bliższego fundamentom fizyki teoretycznej: ogólnej teorii względności, modelu standardowego cząstek elementarnych, kwantowej teorii pola, fizyki statystycznej czy fizyki materii skondensowanej.

Koncepcja kształcenia

Koncepcją kształcenia jest ukierunkowanie studiów w zakresie fizyki teoretycznej na zastosowania w astrofizyce, astronomii i technologiach z pogranicza sektora kosmicznego. Wiodącymi stają się przedmioty tradycyjnie znajdujące się na uboczu głównego nurtu fizyki teoretycznej: hydrodynamika, kosmologia, budowa gwiazd (w tym neutronowych), mechanika orbitalna ciał sztywnych czy „stosowana” OTW. Utrzymaniu kontaktu z szybko postępującym rozwojem astrofizyki i bieżącymi odkryciami astronomicznymi służy cotygodniowe Seminarium astrofizyczne, przechodzące na II roku w Seminarium magisterskie. Integruje ono naukowców, studentów i pasjonatów astrofizyki. Jednym z głównych celów seminarium jest przedstawienie oferty tematów prac dyplomowych. Aby umożliwić wejście w tematykę astrofizyczną studentom bez formalnego przygotowania w zakresie fizyki czy astronomii, np: studentom I stopnia kierunków technicznych, informatycznych czy biologiczno-chemicznych, na liście przedmiotów do wyboru umieszczono kluczowe przedmioty z

trzeciego roku studiów I stopnia fizyki i astronomii. Rozmowa kwalifikacyjna, a także konsultacje tuż przed rozpoczęciem 1 semestru pozwalają na wykrycie, a następnie uzupełnienie braków, dotyczących zwykle podstaw fizyki teoretycznej i doświadczalnej. Niedomagania w tym zakresie często są skompensowane równoległą wiedzą, umiejętnościami i kompetencjami w zakresie technologii IT, sztucznej inteligencji, robotyki, biotechnologii i innych dyscyplin, co pozwala im na realizację interdyscyplinarnych prac magisterskich czy dołączenia do zespołów jako programiści, konsultanci z zakresie współczesnych technologii czy osoby wnoszące nowe idee i niestandardowe spojrzenie na rozwiązywane problemy.

Cele kształcenia

Absolwent powinien posiadać wiedzę i umiejętności niezbędne do podejmowania decyzji dotyczących doboru opisu teoretycznego złożonego systemu astrofizycznego

Potrafi podejmować decyzje w trakcie prowadzonych badań naukowych.

Powinien posiadać praktyczną znajomość obliczeniowych języków programowania, doświadczenie z językami skryptowym, językami przeznaczonymi do symbolicznych obliczeń matematycznych a także znajomość odpowiednich narzędzi programistycznych.

Potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł w języku angielskim, właściwie je interpretować i wyciągać wnioski w zakresie zastosowań fizyki teoretycznej w różnych dziedzinach astronomii i astrofizyki oraz porozumiewać się w środowisku naukowym.

Potrafi rozwiązywać złożone problemy astrofizyczne, dobierać dla nich modele matematyczne a także stosować odpowiednie dla problemu narzędzia informatyczne.

Potrzeby społeczno-gospodarcze

Wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia kierunku

Obecnie istnieje bardzo duże zapotrzebowanie na osoby posiadające przygotowanie w zakresie tzw. „sektora kosmicznego”. Dla przykładu, komercyjne firmy wystrzeliwujące sprzęt satelitarny czy monitorujące ruch „śmieci kosmicznych” na orbicie potrzebują „na dziś” fachowców od zaawansowanej mechaniki nieba na poziomie XXI wieku, t.j. ruchu brył sztywnych i ich interakcji spin-orbita. Podobne przykłady można mnożyć. Zapewnienie odpowiedniej liczby takich osób jest istotnym czynnikiem rozwoju gospodarczego zarówno w regionie jak i w całym kraju.

Wskazanie zgodności efektów uczenia się z potrzebami społeczno-gospodarczymi

Przewidziane dla kierunku astrofizyka i kosmologia efekty uczenia się pozwalają na wykształcenie osób posiadających pogłębioną wiedzę o wielu różnych zagadnieniach związanych z kosmosem oraz potrafiących tę wiedzę stosować w praktyce. W szczególności absolwenci będą przygotowani do pracy w sektorze kosmicznym, R&D oraz naukowym.

Nauka, badania, infrastruktura

Główne kierunki badań naukowych w jednostce

W Instytucie Fizyki i Obserwatorium Astronomicznym UJ prowadzone są badania dotyczące szeroko rozumianej astrofizyki w szczególności: kosmologia, OTW, czarne dziury (w tym rotujące i z torusami), fizyka teoretyczna i jądrowa, obserwacje elektromagnetyczne, neutrinowe, fal grawitacyjnych i promieni kosmicznych, gwiazdy neutronowe, ewolucja pre-supernowych i supernowych.

Związek badań naukowych z dydaktyką

Badania naukowe prowadzone na WFAIS są zbieżne z obszarami kształcenia na kierunku, zaś uzyskane wyniki tych badań na bieżąco wprowadzane są jako nowe treści programowe, poszerzając i aktualizując ofertę kształcenia. W szczególności prowadzone badania wykorzystywane są w ramach seminariów. Ponadto prace magisterskie są często powiązane z prowadzonymi badaniami. Także uzyskane wyniki naukowe, zarówno publikacje jak i np. powstałe w ramach prac aplikacje są wykorzystywane w procesie dydaktycznym. Aparatura zakupiona do projektów naukowych, po ich zakończeniu, wzbogaca infrastrukturę dydaktyczną Wydziału.

Opis infrastruktury niezbędnej do prowadzenia kształcenia

Wydział posiada nieograniczoną licencję (studenci i pracownicy) na program Mathematica, a także Maple, Matlab i inne, pozwalające na obliczenia numeryczne, symboliczne, wizualizację i analizę danych. Dysponujemy dedykowanymi pomieszczeniami superkomputerowymi, wyposażonymi w zaawansowane układy chłodzące. Umieszczone są w nich superkomputer Deszno (SMP, 6x96 core + 2x64 core, Intel XEON, 256 GB RAM, Infiniband) oraz klastr kilkadziesiąt komputerów PC (Shiva). Wydział posiada liczne sale seminaryjne, wykładowe, pokoje pracy cichej (wyposażone w wysokiej stacje robocze PC/Mac), rzutniki oraz sprzęt wideokonferencyjny. Pośrednio, dzięki współpracy formalnej i nieformalnej, studenci mają możliwość zapoznania się z pracą na różnego typu aparaturze fizycznej, astronomicznej czy informatycznej, której prototypy czy pomniejszone wersje często znajdują się na miejscu. Wytworzyliśmy spory zbiór specjalistycznego oprogramowania astrofizycznego, stopniem zaawansowania i złożoności oraz możliwościami równoważnego aparaturze naukowej. Jest to między innymi program obliczający strukturę ogólnorelatywistycznych, namagnetyzowanych torusów wokół rotujących czarnych dziur oraz biblioteki pozwalające na obliczenie energetycznego widma neutrin dowolnych obiektów astrofizycznych.

Program

Podstawowe informacje

Klasyfikacja ISCED:	0533
Liczba semestrów:	4
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister

Opis realizacji programu:

W ramach toku studiów student realizuje przedmioty związane z zaawansowanymi zagadnieniami astrofizycznymi, szeroki wybór przedmiotów fakultatywnych pozwala na indywidualny dobór przedmiotów. Studenci mają także możliwość korzystania z przedmiotów oferowanych na kierunku Fizyka Teoretyczna, Astronomia i Informatyka Stosowana.

Liczba punktów ECTS

konieczna do ukończenia studiów	120
w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	100
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauki języków obcych	5
którą student musi uzyskać w ramach modułów realizowanych w formie fakultatywnej	37
którą student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych	0
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5

Liczba godzin zajęć

Łączna liczba godzin zajęć: 1214

Praktyki zawodowe

Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych

nie jest wymagana

Ukończenie studiów

Wymogi związane z ukończeniem studiów (praca dyplomowa/egzamin dyplomowy/inne)

Pozytywna ocena z pracy dyplomowej i zdanie egzaminu dyplomowego

Efekty uczenia się

Wiedza

Kod	Nazwa	PRK
AIK_K2_W01	Absolwent zna i rozumie dysponuje rozszerzoną wiedzą na temat opisu Wszechświata w standardowym modelu kosmologicznym	P7S_WG, P7S_WK
AIK_K2_W02	Absolwent zna i rozumie zna procesy produkcji i transportu energii w gwiazdach; posiada rozszerzoną wiedzę na temat struktury i ewolucji gwiazd oraz nukleosyntezy	P7U_W, P7S_WG
AIK_K2_W03	Absolwent zna i rozumie zna metody programowania, w tym równoległego; rozwiązuje typowe problemy numeryczne	P7U_W, P7S_WG
AIK_K2_W04	Absolwent zna i rozumie zna metody opisu i rozwiązania zagadnienia N-ciał w zastosowaniu do obiektów astrofizycznych i struktur kosmologicznych	P7U_W, P7S_WG
AIK_K2_W05	Absolwent zna i rozumie posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą najnowszych osiągnięć astrofizyki i kosmologii	P7S_WG
AIK_K2_W06	Absolwent zna i rozumie potrafi sformułować podstawowe fakty teoretyczne i obserwacyjne dotyczące czarnych dziur i fal grawitacyjnych, oraz ich roli w ogólnej teorii względności i astrofizyce	P7U_W, P7S_WG
AIK_K2_W07	Absolwent zna i rozumie zna w stopniu poszerzonym najważniejsze systemy algebry symbolicznej	P7U_W, P7S_WG
AIK_K2_W08	Absolwent zna i rozumie zna inne niż promieniowanie elektromagnetyczne źródła informacji o obiektach astrofizycznych (w tym: neutrina, promieniowanie kosmiczne, fale grawitacyjne), a także metody ich detekcji, oraz procesy fizyczne z tym Powiązane	P7U_W, P7S_WG
AIK_K2_W09	Absolwent zna i rozumie jest zorientowany w historycznym rozwoju astrofizyki i kosmologii	P7U_W, P7S_WK

Umiejętności

Kod	Nazwa	PRK
AIK_K2_U01	Absolwent potrafi wykonuje typowe i zaawansowane rachunki związane z astrofizyką i kosmologią	P7U_U, P7S_UW
AIK_K2_U02	Absolwent potrafi posługuje się różnorodnymi technikami matematycznymi w celu opisanego struktury czasoprzestrzeni, w szczególności zjawisk zachodzących w otoczeniu czarnych dziur Schwarzschilda i Kerra	P7U_U, P7S_UW
AIK_K2_U03	Absolwent potrafi potrafi zaimplementować poznane algorytmy, w tym skompilować, uruchomić i debugować programy napisane we właściwych językach programowania; posługuje się maszynami wieloprocesorowymi; wie jak Korzystać z systemów kolejkowych; używa niezbędnego oprogramowania	P7U_U, P7S_UW
AIK_K2_U04	Absolwent potrafi rozwiązuje złożone problemy matematyczno-fizyczne za pomocą komputera; wizualizuje zbiory danych oraz wyniki obliczeń; analizuje dane; tworzy prezentacje	P7U_U, P7S_UW
AIK_K2_U05	Absolwent potrafi klasyfikuje gwiazdy i ich układy; stosuje proste modele struktury i ewolucji Gwiazd	P7U_U, P7S_UW
AIK_K2_U06	Absolwent potrafi potrafi zastosować prawo powszechnego ciążenia, w tym zagadnienie N-ciał, do rozwiązania zaawansowanych problemów natury astrofizycznej i kosmologicznej	P7U_U, P7S_UW

Kod	Nazwa	PRK
AIK_K2_U07	Absolwent potrafi jest przygotowany do obsługi, tworzenia i zaprogramowania eksperymentów oraz obserwacji astrofizycznych; potrafi analizować dane eksperymentalne	P7U_U, P7S_UO
AIK_K2_U08	Absolwent potrafi potrafi przygotować esej naukowy na zadany lub wybrany temat	P7S_UK, P7S_UU
AIK_K2_U09	Absolwent potrafi samodzielnie przygotowuje i prezentuje referat w języku polskim lub/i angielskim	P7U_U, P7S_UW
AIK_K2_U10	Absolwent potrafi posiada umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7U_U, P7S_UK

Kompetencje społeczne

Kod	Nazwa	PRK
AIK_K2_K01	Absolwent jest gotów do przewiduje możliwość zmiany paradygmatu kosmologicznego; stale śledzi najnowsze doniesienia astrofizyków uzupełniając wiedzę oraz umiejętności	P7S_KK, P7S_KO, P7S_KR
AIK_K2_K02	Absolwent jest gotów do uznaje konsekwencje wynikające z publicznej pisemnej prezentacji wyników swojej i cudzej pracy naukowej; oddziela wkład własny prawidłowo cytując i komentując wcześniejsze osiągnięcia	P7U_K, P7S_KK, P7S_KO
AIK_K2_K03	Absolwent jest gotów do potrafi pracować w zespole produkując terminowo i zgodnie z założeniami wyniki częściowe; jest świadomy odpowiedzialności jaką niesie ze sobą przyjęcie roli kierowniczej lub podrzędnej	P7U_K, P7S_KR
AIK_K2_K04	Absolwent jest gotów do popularyzuje osiągnięcia naukowe w zakresie astrofizyki, kosmologii i powiązanych dziedzin	P7U_K, P7S_KK, P7S_KO

Plany studiów

Do końca 4 semestru studiów studenci mają obowiązek uzyskać co najmniej 5 ECTS za przedmioty humanistyczne lub społeczne ogólnouniwersyteckie oraz zaliczyć co najmniej jeden przedmiot kierunkowy prowadzony w języku angielskim. Zaliczenie pracowni magisterskiej odbywa się po uzyskaniu przez studenta pozytywnej oceny pracy dyplomowej.

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Wybrane zagadnienia mechaniki nieba	60	6,0	egzamin	O
Pakiety obliczeń symbolicznych	60	5,0	zaliczenie	O
Metody numeryczne I	60	6,0	zaliczenie	O
Język angielski	30	2,0	zaliczenie	O
Szkolenie BHK	4	-	zaliczenie	O
Przedmiot humanistyczny	60	5,0	zaliczenie	O
Seminarium astrofizyczne I	30	3,0	zaliczenie	O
General Theory of Relativity	60	6,0	egzamin	F
Mechanika klasyczna	90	8,0	egzamin	F
Elektrodynamika klasyczna	90	8,0	egzamin	F
Statystyczne metody opracowania pomiarów II	60	6,0	egzamin	F
Podstawy fizyki jądrowej	45	4,0	egzamin	F

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Kosmologia I	60	6,0	egzamin	O
Seminarium astrofizyczne II	30	3,0	zaliczenie	O
Język angielski	30	3,0	zaliczenie	O
Język Fortran 90/95	60	5,0	zaliczenie	F
Mechanika kwantowa	60	6,0	egzamin	F
Fizyka statystyczna	60	5,0	egzamin	F
Podstawy fizyki fazy skondensowanej	45	4,0	egzamin	F
Język C++	45	4,0	egzamin	F
Materia przychodząca z kosmosu	15	2,0	egzamin	F
Wstęp do astrofizyki wysokich energii	60	5,0	egzamin	F
Zaawansowane techniki programowania obiektowego w C++	30	4,0	zaliczenie	F
Astrofizyka teoretyczna II (relatywistyczna)	60	4,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Podstawy astrofizyki i astronomii	60	3,0	egzamin	F
Symulacje komputerowe	60	6,0	zaliczenie	F
Soczewkowanie grawitacyjne	30	3,0	zaliczenie	F

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Czarne dziury	60	6,0	zaliczenie	O
Cosmology II	45	5,0	egzamin	O
Budowa I ewolucja gwiazd	60	6,0	egzamin	O
Seminarium magisterskie I	30	3,0	zaliczenie	O
Radioastronomia	60	4,0	egzamin	F
Fizyka ośrodka międzygwiazdowego	60	4,0	egzamin	F

Semestr 4

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Pracownia magisterska	15	18,0	zaliczenie	O
Hydrodynamika	45	4,0	egzamin	O
Seminarium magisterskie II	30	3,0	zaliczenie	O
Seminarium doktoranckie z fizyki jądrowej i cząstek elementarnych	60	3,0	zaliczenie	F
Wybrane zagadnienia astrofizyki wysokich energii	60	4,0	egzamin	F

O - obowiązkowy
F - fakultatywny

Sylabusy

Nazwa przedmiotu Wybrane zagadnienia mechaniki nieba		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

1. Obecność w zajęciach jest obowiązkowa. 2. Znajomość: (a) Analizy matematycznej I i II co najmniej na poziomie MS, (b) Algebry z geometrią co najmniej na poziomie MS, (c) Mechaniki klasycznej co najmniej na poziomie MS.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi i ważnymi zagadnieniami mechaniki nieba.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe wybrane zagadnienia mechaniki nieba.	AIK_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	zastosować prawo powszechnego ciążenia do: a) zagadnienie dwóch ciał, b) zaburzonego ruchu keplerowskiego, c) wyliczenia potencjału pola grawitacyjnego dla podstawowych konfiguracji mas, d) problemu n ciał, e) ograniczonego zagadnienia trzech ciał, f) zagadnienia rezonansów w Układzie Słonecznym.	AIK_K2_U06
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	przygotowania eseju bądź wykładu popularnonaukowego z niektórych zagadnień mechaniki nieba.	AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Teoria grawitacji Newtona: a) prawo powszechnego ciężenia, b) granice stosowalności teorii grawitacji Newtona.	W1, U1, K1
2.	Zagadnienie dwóch ciał: a) równania ruchu zagadnienia dwóch ciał, b) całki ruchu, c) redukcja zagadnienia dwóch ciał, d) całki ruchu zagadnienia względnego, e) tor ruchu względnego, f) związek pomiędzy energią a kształtem orbity, g) krzywe stożkowe i ich własności, h) prawa Keplera, i) ruch po elipsie; anomalie, równanie Gaussa, równanie Keplera, j) ruch po paraboli i hiperboli, k) wzór Bineta, l) układy współrzędnych astronomicznych: układ współrzędnych równikowych równonocnych, układ współrzędnych ekliptycznych, m) elementy orbitalne, n) elementy wektorialne, o) problem prosty i odwrotny.	W1, U1, K1
3.	Zaburzony ruch keplerowski: a) elementy oskulacyjne, b) równania perturbacyjne.	W1, U1, K1
4.	Potencjał pola grawitacyjnego: a) własności potencjału grawitacyjnego, b) przykłady potencjałów; punktu materialnego, względnego zagadnienia dwóch ciał, jednorodnej kuli, spłaszczonej planety.	W1, U1, K1
5.	Problem n ciał: a) równania ruchu, b) całki ruchu, c) osobliwości w problemie n ciał, d) przykłady rozwiązań szczególnych dla $n = 3$.	W1, U1, K1
6.	Zagadnienie trzech ciał: a) płaskie, kołowe ograniczone zagadnienie trzech ciał, b) równania ruchu dla płaskiego, kołowego ograniczonego zagadnienia trzech ciał, c) całka Jacobiego, d) punkty libracyjne, e) krzywe zerowej prędkości, f) zastosowania kołowego ograniczonego zagadnienia trzech ciał, g) kryterium Tisseranda.	W1, U1, K1
7.	Rezonanse w Układzie Słonecznym: a) zjawisko rezonansu, b) rodzaje rezonansów: orbitalne, obrotowo-orbitalne, wiekowe, c) rezonans zależny od eliptyczności - objaśnienie jakościowe.	W1, U1, K1
8.	Orbity okresowe w zagadnieniu trzech ciał.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	1. Uczestnictwo w wykładach. 2. Warunkiem przystąpienia do egzaminu ustnego jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. 3. Dobra znajomość treści programowych. 4. Więcej szczegółów zostanie podane na pierwszych zajęciach.
ćwiczenia	zaliczenie	1. Uczestnictwo w ćwiczeniach. 2. Sumarycznie uzyskanie pozytywnej oceny z cząstkowych odpowiedzi przy tablicy. 3. Zreferowanie wybranego zagadnienia ze współczesnej mechaniki nieba. 4. Więcej szczegółów zostanie podane na pierwszych zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć

wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	20
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie referatu	20
uczestnictwo w egzaminie	1
rozwiązywanie zadań	19
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Pakiety obliczeń symbolicznych		
Klasyfikacja ISCED 0611 Obsługa i użytkowanie komputerów	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, laboratoria: 45	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Informatyka techniczna i telekomunikacja

Wymagania wstępne i dodatkowe

Obecność w zajęciach jest obowiązkowa. Znajomość Analizy matematycznej oraz algebry z geometrią i elementarna znajomość programu Mathematica.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z na średnim poziomie z programem obliczeń symbolicznych Mathematica.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	konieczność stosowania programów obliczeń symbolicznych do złożonych zagadnień w problemach astrofizycznych i kosmologii.	AIK_K2_W04, AIK_K2_W07
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wykonywać złożone obliczenia symboliczne wykorzystując program Mathematica.	AIK_K2_U02, AIK_K2_U04, AIK_K2_U06
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	przygotowania popularnonaukowej prezentacji w Mathematicie z zakresu współczesnej astrofizyki i kosmologii.	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Pakiety obliczeń symbolicznych - wprowadzenie.	W1, U1, K1
2.	Mathematica - podstawowe informacje.	W1, U1, K1
3.	Arytmetyka, funkcje elementarne, funkcje złożone, funkcje specjalne, listy i operacje na listach, równania i nierówności, zmienne i funkcje w Mathematicie, analiza matematyczna, równania różniczkowe zwyczajne - rozwiązania ścisłe i przybliżone, równania różniczkowe cząstkowe - rozwiązania ścisłe i przybliżone, transformata Fouriera - dyskretna i ciągła, grafika 2D i 3D, animacje, elementy logiki, elementy programowania, prawdopodobieństwo, statystyka, opracowanie danych pomiarowych i bazy danych w Mathematicie.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	1. Uczestnictwo w wykładach. 2. Przygotowanie projektu w ramach laboratorium. 3. Więcej szczegółów zostanie podane na pierwszych zajęciach.
laboratoria	zaliczenie na ocenę	1. Obecność na zajęciach 2. Przygotowanie projektu. 3. Więcej szczegółów zostanie podane na pierwszych zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
laboratoria	45
przygotowanie projektu	60
poprawa projektu	20
przygotowanie do zajęć	10
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Metody numeryczne I		
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski		Obligatoryjność obowiązkowy
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		Liczba punktów ECTS 6
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Informatyka techniczna i telekomunikacja
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawy teorii interpolacji wielomianowej.	AIK_K2_W03
W2	wybrane metody różniczkowania i całkowania numerycznego.	AIK_K2_W03
W3	podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnień algebry liniowej.	AIK_K2_W03
W4	elementarne metody rozwiązywania nieliniowych układów równań algebraicznych.	AIK_K2_W03
W5	podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnienia początkowego dla układów równań różniczkowych zwyczajnych.	AIK_K2_W03
W6	podstawy numerycznych metod spektralnych w zastosowaniu do równań różniczkowych.	AIK_K2_W03
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	różniczkować numerycznie, napisać program wykonujący całkowanie numeryczne wykorzystujący różne rodzaje kwadratur numerycznych.	AIK_K2_U03
U2	rozwiązywać numerycznie wybrane zagadnienia algebry liniowej, a także korzystać ze standardowych istniejących bibliotek.	AIK_K2_U03
U3	rozwiązań numerycznie przykładowe układy nieliniowych równań algebraicznych.	AIK_K2_U03
U4	rozwiązać numerycznie wybrane zagadnienia początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych, przeanalizować zbieżność oraz stabilność metody w odniesieniu do konkretnego układu równań.	AIK_K2_U03

U5	rozwiązać numerycznie proste równania różniczkowe przy pomocy metod spektralnych.	AIK_K2_U03
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	aktywnego rozwiązywania problemów wymagających wykorzystania metod numerycznych i obliczeń komputerowych.	AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Interpolacja wielomianowa: Interpolacja Lagrange'a i Hermite'a. Błąd interpolacji wielomianowej, efekt Rungego. Wielomiany Czebyszewa pierwszego rodzaju.	W1, W2, W6, U1, U5, K1
2.	Różniczkowanie numeryczne: Rozwinięcie Taylora. Różniczkowanie wielomianu interpolującego. Wzory wielopunktowe.	W2, U1, K1
3.	Całkowanie numeryczne: Kwadratury Newtona-Cotesa. Kwadratury Gaussa. Kwadratura podwójnie wykładnicza. Funkcja błędu, analiza błędu kwadratur oparta na teorii funkcji zespolonych.	W2, U1, K1
4.	Metody numeryczne w zagadnieniach algebry liniowej: Rozkład LU. Rozkład Cholesky'ego.	W3, U2, K1
5.	Rozwiązywanie układów algebraicznych równań nieliniowych, metoda Newtona-Raphsona.	W4, U3, K1
6.	Metody rozwiązywania zagadnienia początkowego dla układów równań różniczkowych zwyczajnych: Konstrukcja metod Rungego-Kutty. Obszary stabilności metod Rungego-Kutty.	W5, U4, K1
7.	Elementy metod spektralnych dla równań różniczkowych.	W6, U5, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie ustne, zaliczenie na ocenę	Odpowiedź na pytania dotyczące wyłożonego materiału.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Warunkiem zaliczenia jest wykonywanie podczas ćwiczeń zadań programistycznych (implementacja omawianych metod numerycznych).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30

przygotowanie do egzaminu	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie ustne	zaliczenie na ocenę
W1		x
W2		x
W3		x
W4		x
W5		x
W6		x
U1		x
U2		x
U3		x
U4		x
U5		x
K1	x	

Nazwa przedmiotu Seminarium astrofizyczne I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne, Astronomia, Informatyka techniczna i telekomunikacja
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	nowe osiągnięcia astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	ocenić jakość przedstawianych na seminariach referatów	AIK_K2_U04, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	śledzenia bieżących doniesień astrofizycznych i kosmologicznych	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka seminariów ustalana jest przez prowadzącego indywidualnie dla każdego studenta	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Przygotowanie i wygłoszenie minimum jednego referatu na seminarium

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przeprowadzenie badań literaturowych	50
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 80
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu General Theory of Relativity		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim General Theory of Relativity		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	elementary knowledge of general relativity	AIK_K2_W06
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	solving elementary problems in general relativity	AIK_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	The metric connection, the Riemann curvature tensor and its properties	W1, U1
2.	Geodesics and the geodesic deviation equation	W1, U1
3.	Einstein's equations, stress-energy tensor, variational formulation	W1, U1
4.	Schwarzschild metric and its properties	W1, U1
5.	Riemannian spaces of constant curvature and de Sitter spacetime	W1, U1
6.	Homogeneous cosmology	W1, U1
7.	Generation and detection of gravitational waves	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	30
rozwiązywanie zadań problemowych	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie pisemne
W1	x	x
U1	x	x

Nazwa przedmiotu Mechanika klasyczna		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 45, ćwiczenia: 45	Liczba punktów ECTS 8	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne

Wymagania wstępne i dodatkowe

algebra liniowa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	znajomość mechaniki klasycznej	AIK_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	rozwiązywać równania mechaniki klasycznej	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Czasoprzestrzeń Galileusza, układy inercjalne, zasada względności, przekształcenie Galileusza	W1
2.	Jakościowa analiza ruchu 1-wymiarowego układu zachowawczego, portrety fazowe	U1
3.	Zasada Hamiltona, równania Eulera-Lagrange'a, kowariancja równań Eulera-Lagrange'a	W1, U1
4.	Więzy, przestrzeń konfiguracyjna, współrzędne uogólnione, zasada Hamiltona w obecności więzów holonomicznych	U1
5.	Małe drgania, linearyzacja, drgania normalne.	W1, U1

6.	Symetrie i prawa zachowania, twierdzenie Noether.	W1, U1
7.	Ruch w potencjale centralnym, ruch periodyczny i kwaziperiodyczny, liczba rotacji, problem Keplera, twierdzenie Bertranda.	W1
8.	Równania Hamiltona, nawiasy Poissona, twierdzenie Liouville'a i twierdzenie Poincare o powracaniu	W1, U1
9.	Układy całkowalne i niecałkowalne	U1
10.	Przekształcenia kanoniczne i ich zastosowanie, równanie Hamiltona-Jacobiego	W1, U1
11.	Zmienne działanie-kąąt, niezmienniki adiabaticzne	W1, U1
12.	Małe zaburzenia układu całkowalnego, twierdzenie KAM	W1
13.	Dyskretne układy dynamiczne, odwzorowanie logistyczne, chaos	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	45
ćwiczenia	45
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
rozwiązywanie zadań	30
analiza problemu	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 210
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 90

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

Nazwa przedmiotu Elektrodynamika klasyczna		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 45, ćwiczenia: 45	Liczba punktów ECTS 8	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z zakresu elektrodynamiki klasycznej określone w opisie treści kursu.	AIK_K2_W01
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	rozwiązywać zadania z zakresu teorii pola elektromagnetycznego, jego oddziaływania z materią oraz ruchu cząstek naładowanych w zakresie określonym w opisie treści kursu.	AIK_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Szczególna Teoria Względności 1. Czasoprzestrzeń 2. Transformacje Poincare 3. Wektory i tensory. 4. Hiperpowierzchnie i całkowanie. 5. Cząstka swobodna.	W1, U1
2.	Funkcjonał działania dla pola elektromagnetycznego: 1. Potencjał i tensor elektromagnetyczny. 2. Niezmienniczość cechowania. 3. Działanie dla pola elektromagnetycznego. 4. Działanie dla pola elektromagnetycznego z zewnętrznym prądem. 5. Zasada wariacyjna i równania ruchu. 6. Symetrie i tw. Noether. 7. Zasady zachowania i wielkości zachowane.	W1, U1
3.	Rozwiązania swobodnych równań Maxwella 1. Fale płaskie 2. Polaryzacja. 3. Rozkład widmowy. 4. Tensor energii-pędu oraz momentu pędu dla fali elektromagnetycznej.	W1, U1

4.	Rozwiązania równań Maxwella z zadany ym prąd em . 1. Elektrostatyka i magnetostatyka. 2. Funkcje Greena dla równania d'Alamberta 3. Potencjały Lienarda-Wiecherta. 4. Promieniowanie: rozkład na multipole; promieniowanie anteny. 5. Rozpraszanie (Thomsona i Rayleigha). 6. Bremsstrahlung, promieniowanie synchrotronowe. 7. Ruch cząstki w zadany ym polu.	W1, U1
5.	Zjawiska elektromagnetyczne w materii. 1. Pola elektryczne i magnetyczne w materii. 2. Makroskopowe równania Maxwella. 3. Fale w ośrodku nieprzewodzącym. 4. Fale na granicy ośrodków. 5. Dyspersja. 6. Fale w ośrodku przewodzącym. 7. Relacje dyspersji.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Pozytywna ocena z egzaminu pisemnego oraz egzaminu ustnego.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Obecność na zajęciach, umiejętność rozwiązywania a trakcie zajęć uprzednio zadanych zadań, pozytywna ocena uzyskana z prac pisemnych (kolokwiów).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	45
ćwiczenia	45
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do sprawdzianu	30
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 240
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 90

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Statystyczne metody opracowania
pomiarów II

Nazwa przedmiotu Statystyczne metody opracowania pomiarów II		
Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opanowanie podstaw teoretycznych oraz praktycznych szerokiej palety metod analizy statystycznej danych. Wypracowanie właściwych sposobów doboru narzędzi statystycznych do sytuacji pomiarowych spotykanych na co dzień przez eksperymentatora. Umiejętne użycie oprogramowania R.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	definicje prawdopodobieństwa, podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa.	AIK_K2_W08
W2	rozumie pojęcia zmiennych losowych, ciągłych i dyskretnych, ich transformacje i własności. Zna wybrane twierdzenia z teorii wielkich liczb i twierdzenia graniczne.	AIK_K2_W08
W3	zna teorię estymacji punktowej i przedziałowej oraz rachunku błędów.	AIK_K2_W08
W4	zna teoria i praktyczne zastosowania testów statystycznych, parametrycznych i nieparametrycznych. Rozumie estymację regresji, analizę korelacji, metodę PCA.	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	dobierać odpowiednie metody statystyczne do analizy wyników pomiarów oraz dopasowania danych.	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U07

U2	umie w praktyce zastosować metody estymacji, regresji i testów statystycznych w różnych zagadnieniach analizy statystycznej danych	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U07
U3	zna i potrafi wykorzystać pakiet R do analizy danych	AIK_K2_U03, AIK_K2_U07
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	student umie realizować projekty w grupie	AIK_K2_K03
K2	jest gotów do podnoszenia swoich kompetencji poprzez śledzenie i stosowanie narzędzi rozwijanych w analizie danych w różnych działach astronomii.	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Definicja klasyczna i geometryczna prawdopodobieństwa oraz ich wady. Interpretacja prawdopodobieństwa. Podstawowe pojęcia kombinatoryczne. 2. Aksjomatyczne ujęcie prawdopodobieństwa i jego podstawowe wnioski (twierdzenia). Definicja przestrzeni probabilistycznej. 3. Prawdopodobieństwo warunkowe i całkowite. Twierdzenie Bayessa. 4. Niezależność, a wykluczanie się zdarzeń. 5. Pojęcie zmiennej losowej jednowymiarowej (skokowej i ciągłej), funkcji i gęstości prawdopodobieństwa, dystrybuanty. Typowe rozkłady zmiennych. 6. Funkcje zmiennej losowej. 7. Metody Monte Carlo - generatory liczb pseudolosowych. Metoda odwracania dystrybuanty. 8. Zmienne losowe dwu- i wielo-wymiarowe, rozkłady brzegowe, warunkowe. Niezależność zmiennych losowych. 9. Funkcje dwuwymiarowych zmiennych losowych. 10. Wartość przeciętna i wariancja zmiennej losowej. Podstawowe twierdzenia. Standaryzacja zmiennej. Momenty i inne parametry opisowe rozkładów zmiennych. 11. Parametry opisowe dla dwuwymiarowych zmiennych losowych. Prawo propagacji błędów dla sumy i różnicy. Funkcje charakterystyczne. 12. Prawa wielkich liczb, twierdzenia graniczne. 13. Pojęcie populacji, próby losowej, statystyki, estymatora, definicje pożądanych własności estymatorów. 14. Estymacja wartości przeciętnej i wariancji. 15. Ogólne metody uzyskiwania estymatorów. Estymatory odporne MED, MAD. 16. Estymacja przedziałowa. Wyrażanie niepewności pomiarowych. Porównania pomiarów. 17. Rodzaje hipotez i testów statystycznych. Błędy I-go i II-go rodzaju. Test istotności. Moc testu. 18. Parametryczne testy na wskaźnik struktury, wartość przeciętną, wariancję. Testy różnicowe. 19. Analiza wariancji. 20. Testy nieparametryczne, w tym różnicowe, rang. 21. Regresja I-go i II-go rodzaju, korelacja zmiennych losowych. 22. Estymacja korelacji i badanie jej istotności. 23. Analiza regresji dwuwymiarowej. Badanie poprawności modelu. 24. Prawo propagacji błędów (niepewności pomiarowych). 25. Wielowymiarowe modele liniowe i nieliniowe danych.</p>	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Warunkiem wstępnym jest zaliczenie ćwiczeń na ocenę co najmniej dostateczną. Zdanie egzaminu pisemnego (w postaci testu) oraz ustnego. Ocena jest średnią z egzaminu ustnego i testu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Kolokwia z rozwiązaniami problemów, realizacja projektu z wykorzystaniem języka R.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie do egzaminu	39
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 160
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
K1		x
K2	x	x

Nazwa przedmiotu Podstawy fizyki jądrowej		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 15	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów ze strukturą materii, w szczególności nukleonu oraz jąder atomowych, własnościami oddziaływań silnych oraz technik eksperymentalnych w fizyce jądrowej i jej zastosowaniach
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student zna podstawowe aspekty fizyki jądrowej w zakresie budowy materii i oddziaływań jej składników, także w kontekście historycznego dokonywania odkryć i formułowania teorii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09
W2	student zna oddziaływanie cząstek z materią, zasady i metody detekcji promieniowania jonizującego	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08
W3	student zna efekty jądrowe istotne dla opisu ewolucji gwiazd oraz nukleosyntezy	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	zastosować formalizm matematyczny do prostych zagadnień fizyki jądrowej oraz posiada umiejętność abstrakcyjnego podejścia do problemów tej dziedziny w sformalizowanym języku matematycznym	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04
U2	wykorzystać podręczniki oraz źródła dostępne w internecie do samodzielnego zidentyfikowania problemu i znalezienia jego rozwiązania	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09

U3	opisać jakościowo podstawowe zjawiska przedstawione na wykładzie w zakresie fizyki jądrowej	AIK_K2_U01, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	dyskusji oraz formułować pytania związane z przedstawionym zagadnieniem	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04
K2	pracy grupowej nad zadaniem	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Struktura materii: podstawy modelu kwarkowego dla hadronów, oddziaływania podstawowe z szczególnym uwzględnieniem oddziaływań silnych i ich szczególnych cech	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
2.	Własności jąder atomowych, modele struktury jądrowej, rozpady radioaktywne i reguły przejść	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
3.	Reakcje nukleosyntezy, rozszczepienia i ich rola we wszechświecie i energetyce	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
4.	Oddziaływanie z materią cząstek naładowanych, zasady ich detekcji, rodzaje detektorów i ich zastosowania	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	15
przygotowanie do egzaminu	60
przygotowanie do ćwiczeń	15
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120

Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45
-----------------------------------	----------------------------

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie pisemne
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
K1	x	x
K2	x	x

Nazwa przedmiotu Kosmologia I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest wprowadzenie studentów w podstawy kosmologii fizycznej
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe pojęcia kosmologii - postulaty kosmologiczne, miary odległości, idea świecy standardowej	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09
W2	wyprowadzenie prawa Hubble'a oraz wpływ ciemnej energii na wielkości obserwowane.	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09
W3	proste testy kosmologiczne.	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09
W4	proste modele akrecji na zwarte obiekty.	AIK_K2_W05, AIK_K2_W06
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	rozwiązywać równania Friedmana, a także wyciągać z nich proste wnioski.	AIK_K2_U01
U2	stosować elementy hydrodynamiki relatywistycznej, w szczególności w kontekście ciemnej materii i krzywych rotacji w galaktykach spiralnych.	AIK_K2_U01
U3	interpretować podstawowe fakty dotyczące kosmicznego promieniowania tła.	AIK_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		

K1	student rozumie status naukowy kosmologii fizycznej. Potrafi śledzić najnowsze wyniki naukowe dotyczące astrofizyki i kosmologii. Jest gotów do popularyzacji tematów związanych z kosmologią.	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04
----	--	------------------------

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Postulaty standardowego modelu kosmologicznego. Krótki przegląd podstawowych faktów obserwacyjnych.	W1, K1
2.	Równania Friedmana-Lemaitre'a-Robertsona-Walkera - omówienie założeń dotyczących symetrii oraz wyprowadzenie.	W1, U1, K1
3.	Czasoprzestrzenie kosmologiczne: wszechświat płaski, otwarty (hiperboliczny), zamknięty. Rozwiązania dla wszechświata wypełnionego pyłem i promieniowaniem.	U1, K1
4.	Stała kosmologiczna - wszechświat de Sittera, równania Friedmana-Lemaitre'a-Robertsona-Walkera ze stałą kosmologiczną. W jaki sposób stała kosmologiczna wpływa na ekspansję wszechświata.	U1, K1
5.	Liniowa i dokładna relacja Hubble'a - szkic wyprowadzenia.	W2, K1
6.	Miary odległości w kosmologii: odległość powierzchniowa, odległość jasnościowa, odległość kątowna. Które z tych odległości mogą być mierzone bezpośrednio?	W1, W2, K1
7.	Kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni.	W2, K1
8.	Standardowe świece w kosmologii - cefeidy i supernowe Ia.	W2, K1
9.	Szacowanie mas galaktyk i gromad galaktyk - opis podstawowych metod.	W3, U2, K1
10.	Ciemna materia w galaktykach spiralnych - krzywe rotacji w modelach opartych na tzw. kuli izotermicznego gazu.	W3, U2, K1
11.	Paradoks Olbersa i zliczanie galaktyk.	W3, K1
12.	Problem horyzontu w kosmologii. Inflacja.	U3, K1
13.	Ekspansja wszechświata nie niszczy równowagi termicznej promieniowania relikтового, ale zmienia jego temperaturę.	U3, K1
14.	Efekt Sachs-Wolfe'a.	U3, K1
15.	Czarne dziury w kosmologii - przegląd danych obserwacyjnych.	W4, K1
16.	Oddziaływanie czarnych dziur z materią - akrecja Bondiego.	W4, K1
17.	Akrecja Bondiego-Hoyle'a	W4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Zdanie egzaminu z treści wykładu
ćwiczenia	zaliczenie	Wykonywanie zadań rachunkowych podczas ćwiczeń

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	
W2	x	
W3	x	
W4	x	
U1		x
U2		x
U3	x	x
K1	x	

Nazwa przedmiotu Seminarium astrofizyczne II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne, Astronomia, Informatyka techniczna i telekomunikacja

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	nowe osiągnięcia astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	ocenić jakość przedstawianych na seminariach referatów	AIK_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	śledzenia bieżących doniesień astrofizycznych i kosmologicznych	AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka seminariów ustalana jest przez prowadzącego indywidualnie dla każdego studenta	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
--------------	------------------	-------------------------------

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	wykonanie co najmniej jednej prezentacji na zadany temat

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przeprowadzenie badań literaturowych	50
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 80
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Język Fortran 90/95		
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, pracownia: 30	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Informatyka techniczna i telekomunikacja

Wymagania wstępne i dodatkowe

obecność na zajęciach laboratoryjnych obowiązkowa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zna składnię i semantykę języka Fortran	AIK_K2_W03
W2	potrafi wyrazić algorytm rozwiązania problemu obliczeniowego w języku Fortran 90/95. Potrafi ocenić złożoność obliczeniową problemu	AIK_K2_W03
W3	potrafi wykorzystać dostępną dokumentację języka oraz bibliotek oprogramowania	AIK_K2_W03
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	potrafi wyrazić algorytm rozwiązania problemu obliczeniowego w języku Fortran	AIK_K2_U03
U2	potrafi wykorzystać dostępną dokumentację języka oraz bibliotek oprogramowania	AIK_K2_U04
U3	potrafi wykorzystać dostępną angielskojęzyczną dokumentację języka oraz bibliotek oprogramowania	AIK_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	absolwent jest gotów do pracy w zespole interdyscyplinarnym, określania priorytetów realizowanych zadań, kierowania tym zespołem	AIK_K2_K02
K2	absolwent jest gotów do przekazywania informacji dotyczących różnych aspektów informatyki w zrozumiały sposób	AIK_K2_K04
K3	absolwent jest gotów do działania zgodnie z zasadami przedsiębiorczości innowacyjnej i myślenia kreatywnego	AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	FORTRAN 90/95 1. Reprezentacja danych, typy zmiennych 2. Bloki strukturalne programu 3. Zarządzanie kolejnością wykonywania instrukcji 4. Konstrukcje cykliczne, pętle 5. Wprowadzenie do macierzy 6. Kontrola wejścia i wyjścia 7. Pliki, rekordy, przechowywanie danych 8. Metody numeryczne – precyzja, zaokrąglenia, uwarunkowania stabilności 9. Procedury wewnętrzne, rekurencyjne, pogrupowane - wielowariantowe 10. Tworzenie własnego środowiska przy pomocy modułów 11. Zaawansowane operacje na całych macierzach 12. Parametryzacja typów zmiennych, ustawianie precyzji 13. Rozszerzone możliwości operacji wejścia i wyjścia, operacje na plikach 14. Wskaźniki i dynamiczne struktury danych 15. Dane globalne, sposoby alokacji pamięci 16. Zaawansowane metody numeryczne 17. Uruchamianie programów, wykrywanie błędów 18. Przeładowanie operatorów, wielopostaciowość 19. Architektura równoległa, komputery wieloprocessorowe	W1, W2, W3
2.	Potrafi wyrazić algorytm rozwiązywania problemu obliczeniowego w języku FORTRAN	U1, U2, U3
3.	Potrafi wykorzystać oprogramowanie o otwartych licencjach	K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, metody e-learningowe, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	
pracownia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
pracownia	30
programowanie	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
wykonanie ćwiczeń	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie	zaliczenie na ocenę
W1		x
W2		x
W3		x
U1		x
U2	x	
U3	x	
K1	x	
K2	x	
K3	x	

Nazwa przedmiotu Mechanika kwantowa		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algebra z geometrią MT, Analiza matematyczna II MT

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawy mechaniki kwantowej.	AIK_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	stosować metody fizyki kwantowej do analizy prostych układów fizycznych.	AIK_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	dalszego przyswajania metod fizyki kwantowej.	AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wstęp historyczny	W1, U1, K1
2.	Amplitudy prawdopodobieństwa	W1, U1, K1
3.	Całki po trajektoriach, równanie Schroedingera	W1, U1, K1
4.	Stany kwantowe i operatory	W1, U1, K1
5.	Reprezentacja położeniowa i pędowa, zasada nieoznaczoności	W1, U1, K1

6.	Studnie potencjału	W1, U1, K1
7.	Oscylator harmoniczny	W1, U1, K1
8.	Rozpraszanie w jednym wymiarze	W1, U1, K1
9.	Stacjonarny rachunek zaburzeń	W1, U1, K1
10.	Przybliżenie półklasyczne	W1, U1, K1
11.	Metoda wariacyjna	W1, U1, K1
12.	Potencjał sferycznie symetryczny	W1, U1, K1
13.	Atom wodoru	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	uzyskanie więcej niż 50% pkt. z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	uzyskanie więcej niż 50% pkt. z kolokwiów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x	
U1	x		x
K1		x	

Nazwa przedmiotu Fizyka statystyczna		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

kursy: mechaniki teoretycznej, elektrodynamiki, mechaniki kwantowej; podstawowe elementy rachunku prawdopodobieństwa.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest przedstawienie termodynamiki oraz fizyki statystycznej procesów równowagowych, bądź procesów zachodzących w pobliżu stanów równowagowych, jako jednolitej teorii będącej integralną częścią fizyki teoretycznej.
C2	Przedstawiany materiał ilustrowany jest zagadnieniami ważnymi z punktu widzenia fizyki/astronomii/fizyki materiałowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student zna, rozumie oraz ma ugruntowaną wiedzę w zakresie podstaw teorii prawdopodobieństwa, z uwzględnieniem procesów stochastycznych (Markova)	AIK_K2_W04, AIK_K2_W08
W2	zasady wariacyjne wynikające z II zasady termodynamiki oraz warunku stabilności stanu równowagi	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08
W3	pojęcia entropii i temperatury absolutnej oraz ich mikroskopową interpretację	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08

W4	student zna, rozumie oraz ma ugruntowaną wiedzę w zakresie podstaw fizyki statystycznej i termodynamiki procesów równowagowych oraz bliskich stanu równowagi	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08
W5	strukturę kwantowej fizyki statystycznej i jej związek z fenomenologią oraz granicą klasyczną	AIK_K2_W02, AIK_K2_W04, AIK_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	przeprowadzić obliczenia wielkości termodynamicznych dla układów nieoddziaływujących cząstek kwantowych i klasycznych, a także ogólnie na poziomie formalnym, oraz przedstawić interpretację fizyczną otrzymanych wyników	AIK_K2_U01
U2	student opanowuje podstawowe metody rachunkowe/probabilistyczne związane z badaniami układów o dużej liczbie stopni swobody	AIK_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wstęp: elementy rachunku prawdopodobieństwa zilustrowane na przykładzie procesów Markova	W1, U1, U2
2.	zerowa zasada termodynamiki (pojęcie równowagi termodynamicznej, tranzytywność stanu równowagi oraz pojęcie temperatury empirycznej). Pierwsza i druga zasada termodynamiki (przesłanki, sformułowanie)	W3, U2
3.	Formy Pfaffa wraz z interpretacją geometryczną; całkowalność i niecałkowalność form Pfaffa; twierdzenie Caratheodorego	W2, W3, U2
4.	Pojęcie entropii oraz temperatury absolutnej. Druga zasada termodynamiki jako zasada wariacyjna.	W2, W4, U2
5.	Przejścia fazowe. Teoria Landau. Hipoteza skalowania	W2, U2
6.	Pojęcie entropii Boltzmana i III Zasada Termodynamiki; rozkład mikrokanoniczny.	W1, W3, W4, U1, U2
7.	Wprowadzenie rozkładów: kanonicznego, wielkiego kanonicznego, izobaryczno-izotermicznego. Równoważność rozkładów w granicy termodynamicznej	W1, W3, W4, W5, U1, U2
8.	Podejście do fizyki statystycznej od strony probabilistycznej definicji entropii: entropia prawdopodobieństwa (Shannona) wraz z interpretacją; entropia względna (Kalbluck) i jej własności.	W1, W3, U2
9.	Zastosowania rozkładów do badania gazów nieoddziaływujących cząstek klasycznych i kwantowych: bosony bezmasowe (fonony i fotony), bosony z niezerową masą (kondensacja Bosego-Einsteina), fermiony (gaz elektronowy).	W5, U1, U2
10.	Głębsze podstawy fizyki statystycznej: stany czyste i stany mieszane; zespoły Gibbsa i macierz gęstości. Granica klasyczna rozkładów kwantowych oraz podstawy klasycznej mechaniki statystycznej; ergodyczność; ewolucja do stanu równowagi.	W1, W5, U1, U2
11.	Fluktuacje.	W1, W4, U2
12.	Najprostsze modele z oddziaływaniem: model Isinga w przestrzeni jedno- i dwuwymiarowej. Przejścia fazowe.	W5, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Student potrafi wyjaśnić zagadnienia wchodzące w skład kursu (zagadnienia 1-12 umieszczone w opisie kursu); Student potrafi rozwiązać zadania związane z poruszonymi na kursie zagadnieniami
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Student potrafi rozwiązać zadania związane z poruszonymi na kursie zagadnieniami

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
rozwiązywanie zadań problemowych	40
konsultacje	5
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	25
przygotowanie do egzaminu	20
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
W2	x	
W3	x	
W4	x	
W5	x	
U1		x
U2		x

Nazwa przedmiotu Podstawy fizyki fazy skondensowanej		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 15	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs Mechanika kwantowa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe modele elektronów w kryształach bazujące na mechanice kwantowej. Rozumie stosowane konwencje i znaczenie prezentacji w przestrzeni odwrotnej. Rozumie wpływ struktur elektronowych na własności elektryczne, magnetyczne metali, izolatorów i półprzewodników.	AIK_K2_W04, AIK_K2_W07
W2	struktury i mechanizmy prowadzące do półprzewodników samoistnych, domieszkowanych i niejednorodnych.	AIK_K2_W04, AIK_K2_W07
W3	podstawowe modele własności magnetycznych diamagnetyków, paramagnetyków i ferromagnetyków.	AIK_K2_W03, AIK_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	rozwiązać kwantowe modele elektronów w kryształach, przy pomocy przybliżonych metod numerycznych.	AIK_K2_U04
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu kwantowych podstaw fizyki kryształów i do praktycznego użycia tej wiedzy przy przewidywaniu własności materiałów.	AIK_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Gaz elektronów swobodnych: stany energetyczne, powierzchnia Fermiego, gęstość stanów elektronowych. 2. Energia wewnętrzna i ciepło właściwe gazu elektronowego, porównanie z danymi eksperymentalnymi. 3. Model Drudego-Sommerfelda. Transport ładunku i ciepła: prawo Ohma, prawo Wiedemanna-Franza i efekt Halla. 4. Stany elektronowe w obecności periodycznego potencjału. Twierdzenie Blocha. Struktura pasmowa. 5. Model prawie swobodnych elektronów (NFE). Przerwy energetyczne w widmie stanów elektronowych. Zapełnianie stanów elektronowych. 6. Powierzchnia Fermiego w modelu NFE. Redukcja do pierwszej strefy Brillouina. Przykład dla sieci kwadratowej. 7. Model ciasnego wiązania (TBA). Szerokość pasma i masy efektywne elektronów. 8. Dynamika elektronów Blocha w przybliżeniu kwaziklasycznym w polach E i H. Masa efektywna. Dziury. 9. Gaz elektronowy w polu magnetycznym (poziomy Landaua). Efekt de Haasa-van Alphen i wyznaczanie kształtu powierzchni Fermiego. 10. Układ okresowy pierwiastków. Struktury pasmowe i własności fizyczne. 11. Półprzewodniki samoistne. Struktura pasmowa Si. Gęstość nośników i przewodnictwo elektryczne. 12. Półprzewodniki domieszkowane (typ n i p). Gęstość nośników i przewodnictwo elektryczne. 13. Złącze p-n i model idealnej diody. 14. Od piasku do procesora: współczesna technologia półprzewodników. 15. Magnetyczne własności atomów: paramagnetyzm i diamagnetyzm. 16. Teoria pola molekularnego. Uporządkowane magnetyczne i ferromagnetyzm.</p>	W1, W2, W3, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Omówienie 3 tematów wylosowanych z udostępnionej listy zagadnień.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na podstawie 2 pisemnych sprawdzianów z rozwiązywania zadań oraz aktywności na ćwiczeniach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	15
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie do egzaminu	30
konsultacje	5
uczestnictwo w egzaminie	1

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 111
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Język C++		
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 45	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Informatyka techniczna i telekomunikacja

Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość systemu linux, języka C, bierna znajomość j. angielskiego

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	programowanie obiektowe	AIK_K2_W03
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	napisać średnio zaawansowany program w C++	AIK_K2_U03, AIK_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	programowanie obiektowe	W1
2.	biblioteka STL	U1
3.	szablony	U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
laboratoria	45
przygotowanie projektu	30
zbieranie informacji do zadanej pracy	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 105
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x

Nazwa przedmiotu Materia przychodząca z kosmosu		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15	Liczba punktów ECTS 2	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne

Wymagania wstępne i dodatkowe

obecność na wykładzie obowiązkowa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	absolwent zna i rozumie dysponuje rozszerzoną wiedzą na temat opisu Wszechświata w standardowym modelu kosmologicznym	AIK_K2_W01
W2	absolwent zna i rozumie posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą najnowszych osiągnięć astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W05
W3	absolwent zna i rozumie zna inne niż promieniowanie elektromagnetyczne źródła informacji o obiektach astrofizycznych (w tym: neutrina, promieniowanie kosmiczne, fale grawitacyjne), a także metody ich detekcji, oraz procesy fizyczne z tym Powiązane	AIK_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	absolwent potrafi klasyfikuje gwiazdy i ich układy; stosuje proste modele struktury i ewolucji Gwiazd	AIK_K2_U05
U2	absolwent potrafi przygotować esej naukowy na zadany lub wybrany temat	AIK_K2_U08
U3	absolwent potrafi samodzielnie przygotowuje i prezentuje referat w języku polskim lub/i angielskim	AIK_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	absolwent jest gotów do przewiduje możliwość zmiany paradygmatu kosmologicznego; stale śledzi najnowsze doniesienia astrofizyków uzupełniając wiedzę oraz umiejętności	AIK_K2_K01

K2	absolwent jest gotów do uznaje konsekwencje wynikające z publicznej pisemnej prezentacji wyników swojej i cudzej pracy naukowej; oddziela wkład własny prawidłowo cytując i komentując wcześniejsze osiągnięcia	AIK_K2_K02
K3	absolwent jest gotów do potrafi pracować w zespole produkując terminowo i zgodnie z założeniami wyniki częściowe; jest świadomy odpowiedzialności jaką niesie ze sobą przyjęcie roli kierowniczej lub podrzędnej	AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	OBIEKTY MAKROSKOPOWE PYŁ MIĘDZYGWIEZDNY CZĄSTECZKI ORGANICZNE PROMIENIOWANIE KOSMICZNE	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	esej, prezentacja	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
przygotowanie eseju	30
przygotowanie referatu	15
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 60
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 15

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	esej	prezentacja
W1		x
W2		x
W3		x
U1	x	
U2	x	
U3	x	
K1	x	
K2	x	
K3	x	

Nazwa przedmiotu Wstęp do astrofizyki wysokich energii		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Wstęp do astrofizyki wysokich energii		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość matematyki (całki, pochodne), znajomość podstaw fizyki.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest poznanie procesów emisji w astrofizyce wysokich energii i tego, w jaki sposób wiąże się to z niektórymi tematami, takimi jak teoria i obserwacje rozbłysków gamma (GRB).
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zna procesy produkcji i transportu energii w gwiazdach; posiada rozszerzoną wiedzę na temat struktury i ewolucji gwiazd oraz nukleosyntezy Student zna i rozumie posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą najnowszych osiągnięć astrofizyki wysokich energii i kosmologii Student zna i rozumie jest zorientowany w historycznym rozwoju astrofizyki wysokich energii i kosmologii	AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	student wykonuje typowe i zaawansowane rachunki związane z astrofizyką wysokich energii i kosmologią Student rozwiązuje złożone problemy matematyczno-fizyczne za pomocą komputera; wizualizuje zbiory danych oraz wyniki obliczeń; analizuje dane; tworzy prezentacje Student jest przygotowany do obsługi, tworzenia i zaprogramowania eksperymentów oraz obserwacji astrofizycznych; potrafi analizować dane eksperymentalne Student potrafi samodzielnie przygotować i prezentować referat w języku polskim lub/i angielskim Student posiada umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U07, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	student uznaje konsekwencje wynikające z publicznej pisemnej prezentacji wyników swojej i cudzej pracy naukowej; oddziela wkład własny prawidłowo cytując i komentując wcześniejsze osiągnięcia Student potrafi pracować w zespole produkując terminowo i zgodnie z założeniami wyniki częściowe; jest świadomy odpowiedzialności jaką niesie ze sobą przyjęcie roli kierowniczej lub podrzędnej Student popularyzuje osiągnięcia naukowe w zakresie astrofizyki wysokich energii, kosmologii i powiązanych dziedzin	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy transferu radiacyjnego, podstawowy teorii pól promieniowania, kinematyka relatywistyczna, emisja synchrotronowa, rozpraszanie Comptona	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, seminarium, burza mózgów, wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, metody e-learningowe, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę, prezentacja, egzamin pisemny / ustny	Obecność na wszystkich wykładach. Zaprezentowanie minimum dwóch tematów teoretycznych. Zdanie egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja	Rozwiązanie minimum czterech ćwiczeń przy tablicy.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	20
przygotowanie do zajęć	20

przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	17
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	10
wykonanie ćwiczeń	10
analiza i przygotowanie danych	10
pozyskanie danych	1
analiza problemu	2
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia			
	zaliczenie na ocenę	prezentacja	egzamin pisemny / ustny	wyniki badań
W1	x	x	x	x
U1	x	x	x	x
K1		x		x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Zaawansowane techniki programowania
obiektowego w C++

Nazwa przedmiotu Zaawansowane techniki programowania obiektowego w C++		
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski		Obligatoryjność fakultatywny
Sposób realizacji i godziny zajęć pracownia: 30		Liczba punktów ECTS 4
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Informatyka techniczna i telekomunikacja
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa wiedza o programowaniu oraz znajomość środowisk programistycznych umożliwiających kompilowanie programów w C++. Obecność obowiązkowa.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy z zakresu zaawansowanego programowania w języku C++ oraz uświadomienie występowania możliwych do wykorzystania technik programistycznych.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie języka C++, w szczególności uogólnionych algorytmów i struktur danych, funktorów, oraz metaprogramowania.	AIK_K2_W03
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	student biegle programuje w C++ wykorzystując szablony funkcji i klas oraz techniki metaprogramowania	AIK_K2_U03
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		

K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności ustawicznego poszerzania swojej wiedzy, w tym zapoznawania się z nowymi standardami języka C++; potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia tematu.	AIK_K2_K03
----	---	------------

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Szablony. Istota wykorzystania szablonów funkcji oraz klas. Sposoby organizacji kodu do pracy z szablonami. Pozatypowe parametry szablonów klas oraz szablony parametrów szablonów.	W1, U1
2.	Programowanie uogólnione. Polimorfizm statyczny vs. dynamiczny. Pojęcie konceptu na przykładzie standardowej biblioteki STL.	W1, U1
3.	Klasy cech. Dostarczanie dodatkowych informacji o danym typie. Parametryzacja klasami cech.	W1, U1
4.	Funkcje typów. Szablony i możliwość interpretowania ich jako funkcji typów: funkcje których argumentem są typy, a wartością zwracaną typ lub jakaś wartość.	W1, U1
5.	Klasy wytycznych (policy classes) jako sposób parametryzowania zachowania innych klas.	W1, U1
6.	Metaprogramowanie. Wykonywanie obliczeń za pomocą szablonów. Generowanie w trakcie kompilacji skomplikowanych fragmentów kodu.	W1, U1
7.	Szablony wyrażeń. Technika pisania kodu za pomocą której można istotnie przyspieszyć program oraz zwiększyć jego przejrzystość.	W1, U1, K1
8.	Inteligentne wskaźniki. Uzyskanie kontroli nad operacjami kopiowania, przypisywania i niszczenia wskaźnika.	W1, U1
9.	Funktory. Programowanie uogólnione z wykorzystaniem funktorów.	W1, U1
10.	Wyjątki. Wykrywanie i obsługa błędów.	W1, U1
11.	Zarządzanie pamięcią. Dynamiczna alokacja pamięci. Przeładowywanie operatorów new i delete.	W1, U1
12.	Kompletny przegląd nowych elementów języka C++17 (w trakcie omawiania bieżącego standardu).	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

burza mózgow, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
pracownia	zaliczenie ustne, prezentacja	Rozwiązanie przynajmniej połowy zadań z zadanych zestawów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
------------------------	---

pracownia	30
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	60
rozwiązywanie zadań	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie ustne	prezentacja
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Astrofizyka teoretyczna II
(relatywistyczna)

Nazwa przedmiotu Astrofizyka teoretyczna II (relatywistyczna)		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość szczególnej teorii względności i elektrodynamiki klasycznej oraz analizy tensorowej

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z podstawami ogólnej teorii względności
C2	przygotowanie studentów do studiowania kosmologii

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	naturę oddziaływań grawitacyjnych określających budowę układu słonecznego	AIK_K2_W06
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wykonać proste obliczenia trajektorii ciał w czasoprzestrzeni Schwarzschilda i wyliczyć zmianę częstości światła w zjawisku Dopplera	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	do wyjaśnienia laikowi podstawowych pojęć ogólnej teorii względności, w tym koncepcję czarnej dziury	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Słaba i silna zasada równoważności, problem relatywistycznej teorii grawitacji. 2. Grawitacja jako krzywizna czasoprzestrzeni. 3. Zasada ogólnej kowariancji i zasada minimalnego sprzężenia. 4. Aksjomaty OTW. 5. Równania Einsteina w próżni i ich własności. 6. Przybliżenie newtonowskie i zasada korespondencji. 7. Światło w polu grawitacyjnym w przybliżeniu optyki geometrycznej. 8. Grawitacyjny efekt Dopplera, eksperymenty i przykłady astrofizyczne. 9. Hydrodynamiczny opis materii w OTE, ciecz doskonała nierelatywistyczna i relatywistyczna. 10. Tensor energii-pędu pyłu i cieczy. 11. Równania Einsteina w materii. 12. Tożsamości Bianchiego, równania propagacji i więzów. 13. Wyznaczenie stałej sprzężenia w równaniach pola. 14. 3 interpretacje fizyczne znikania dywergencji tensora energii-pędu materii. 15. Ruch samograwitującego pyłu. 16. Sferycznie symetryczna czasoprzestrzeń, rotacyjne wektory Killinga. 17. Wyprowadzenie metryki Schwarzschilda, jej własności, osobliwość krzywizny. 18. Równania hydrodynamiki relatywistycznej. 19. Relatywistyczne gwiazdy. 20. Wyprowadzenie równania TOV i jego całkowanie. 21. Przesunięcie perihelium Merkurego. 22. Kolaps grawitacyjny sferycznie symetryczny, idea czarnej dziury. 23. Własności fizyczne współrzędnych. 24. Geodetyki zerowe w mapie Schwarzschilda, horyzont zdarzeń. 25. Mapa Lemaitre'a-Eddingtona, horyzont zdarzeń jako regularna powierzchnia zerowa. 26. Radialne geodetyki zerowe w mapie L-E. 27. Czas spadania swobodnego do horyzontu dla różnych obserwatorów. 28. Zmiana częstości fotonów emitowanych przez ciało swobodnie spadające do BH. 29. Zmiana natężenia światła przy swobodnym spadku do BH. 30. Prędkość radialnego swobodnego spadku do BH. 31. Własności horyzontu zdarzeń. 32. Problem istnienia czarnej dziury jako problem równoczesności.</p>	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	brak zaliczenia	zdanie egzaminu pisemnego i ustnego
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	zaliczenie pisemne

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	brak zaliczenia	zaliczenie pisemne
W1		x
U1		x
K1	x	

Nazwa przedmiotu Podstawy astrofizyki i astronomii		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawy astrofizyki i astronomii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W04, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	rozwiązać typowe zadania z astrofizyki i astronomii	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U05, AIK_K2_U06
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	aktualizacji wiedzy w zakresie astrofizyki i astronomii	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Uzupełnienie wiedzy w zakresie podstaw astrofizyki i astronomii	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie ustne	
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
konsultacje	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie ustne	zaliczenie pisemne
W1	x	
U1	x	x
K1	x	

Nazwa przedmiotu Symulacje komputerowe		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, pracownia: 45	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa znajomość języka programowania (najlepiej C).

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów ze sposobami numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych spotykanych w praktyce astrofizyka, sposobami analizy stosowalności konkretnych schematów numerycznych. Zapoznanie z problemami jakie spotyka się przy stosowaniu numerycznych metod rozwiązywania równań różniczkowych.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	Student zna i rozumie sposoby numerycznego rozwiązywania typowych równań różniczkowych. Zna sposoby analizy schematów numerycznych pod kątem ich stosowalności do określonych równań. Zna typowe problemy spotykane w praktyce numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych.	AIK_K2_W03
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	Student potrafi numerycznie rozwiązać problem fizyczny.	AIK_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	Wykład prezentuje następujące zagadnienia: - reprezentacja dyskretna zmiennej ciągłej i pochodne różnicowe w przestrzeni - ogólne sformułowanie zagadnienia początkowego i metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych - równania różniczkowe cząstkowe dla ośrodków ciągłych i metody całkowania takich równań - metody algebry liniowej mające zastosowanie w rozwiązywaniu równań różniczkowych - przykładowe problemy N-ciał, ruch cząstek w polu potencjalnym, - obliczenia w schemacie cząstka-pole, modele "cząstki w komórce" - równania klasycznej dynamiki cieczy i metody ich rozwiązywania.	W1, U1
----	--	--------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	obecność na zajęciach
pracownia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, przedstawienie własnego projektu numerycznego rozwiązania problemu

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
pracownia	45
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	60
przygotowanie projektu	40
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 160
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

Nazwa przedmiotu Soczewkowanie grawitacyjne		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Soczewkowanie grawitacyjne		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawy ogólnej teorii względności i kosmologii

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest omówienie zagadnienia soczewkowania grawitacyjnego, jego podstaw teoretycznych oraz współczesnych wyników obserwacyjnych dotyczących tej tematyki.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student zna podstawy teoretyczne zjawiska soczewkowania grawitacyjnego, techniki obserwacyjne wykorzystujące to zjawisko do wyznaczania masy obiektów astrofizycznych w różnych sytuacjach oraz najważniejsze rezultaty obserwacyjne w tej dziedzinie.	AIK_K2_W05, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	sformułować obszerną wypowiedź dotyczącą soczewkowania grawitacyjnego w języku angielskim.	AIK_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	student jest gotowy do opowiadania o soczewkowaniu grawitacyjnym.	AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Propagacja światła w ogólnej teorii względności.	W1, U1, K1
2.	Ugięcie światła w czasoprzestrzeni Schwarzschilda.	W1, U1, K1
3.	Historia soczewkowania grawitacyjnego.	W1, U1, K1
4.	Mikrosoczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1
5.	Słabe soczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1
6.	Silne soczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1
7.	Propagacja światła w modelach kosmologicznych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie ustne	Warunkiem zaliczenia jest poprawna i płynna wypowiedź ustna na zadany temat.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie ustne
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Czarne dziury		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw ogólnej teorii względności Einsteina.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów ze ścisłymi rozwiązaniami równań Einsteina opisującymi czarne dziury.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	czym są czarne dziury.	AIK_K2_W01
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	opisać matematycznie różne właściwości czarnych dziur.	AIK_K2_U02
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	samodzielnego wyszukania potrzebnych informacji.	AIK_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	1. Czarna dziura Schwarzschilda. 2. Czarna dziura Kerra. 3. Proces Penrosa. 4. Promieniowanie Hawkinga. 5. Fale grawitacyjne. 6. Historia czarnych dziur.	W1, U1, K1
----	---	------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Obecność na wykładzie.
seminarium	prezentacja	Ocena z prezentacji.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	100
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 160
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie	prezentacja
W1	x	x
U1	x	x
K1		x

Nazwa przedmiotu Cosmology II		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Cosmology II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 15	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia, Nauki fizyczne

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	najnowsze osiągnięcia kosmologii w stopniu zaawansowanym	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W04, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W07, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wykonać obliczenia dotyczące filarów kosmologii współczesnej	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U06
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	krytycznej i merytorycznej oceny standardowego modelu kosmologicznego	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Zaawansowana kosmologia	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	15
przygotowanie do ćwiczeń	45
przygotowanie do egzaminu	45
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 135
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	

Nazwa przedmiotu Budowa i ewolucja gwiazd		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia, Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	wewnętrzną strukturę gwiazd i zachodzące w nich procesy fizyczne	AIK_K2_W02
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	samodzielnie zaimplementować numerycznie wybrane procesy fizyczne w gwiazdach	AIK_K2_U03
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	wielostronnej współpracy z badaczami komplementarnych procesów w gwiazdach	AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Równania struktury gwiazd: wyprowadzenie z pierwszych zasad równania równowagi hydrostatycznej.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zdanie egzaminu na co najmniej 3.0
ćwiczenia	zaliczenie	aktywny udział w rozwiązywaniu problemów w czasie ćwiczeń

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przeprowadzenie badań literaturowych	100
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 160
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Seminarium magisterskie I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne, Astronomia, Informatyka techniczna i telekomunikacja
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	wyniki pracy magisterskiej swojej i kolegów	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W03, AIK_K2_W04, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W07, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	krytycznie oceniać prezentacje swoje i kolegów	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	poprawnego oddzielania własnych wyników i od cytowanych wyników innych autorów.	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Student prezentuje postępy w swojej pracy magisterskiej	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie	Prezentacja postępów w pracy magisterskiej

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie pracy dyplomowej	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Radioastronomia		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw fizyki i astronomii ogólnej oraz aparatu matematycznego przewidywanego tokiem studiów I stopnia w zakresie nauk ścisłych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest przypomnienie/uporządkowanie podstawowych pojęć i zagadnień z astrofizyki ogólnej w zakresie fal radiowych oraz podstaw elektroniki. Następnie słuchacze powinni poznać szczegóły metod badawczych stosowanych w radioastronomii oraz charakterystyczne parametry fizyczne dla różnych obiektów astronomicznych uzyskane dzięki badaniom w zakresie radiowym widma EM.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z zakresu radioastronomii. Zna historię odkryć radioastronomicznych. Zna opis promieniowania radiowego i jego polaryzacji. Potrafi przedstawić zastosowania obserwacji spektralnych wodoru neutralnego. Zna zasady budowy anten radioteleskopów, odbiorników radiowych mocy całkowitej, spektrometrów i polarymetrów. Zna zasady prowadzenia obserwacji i redukcji danych z pojedynczych radioteleskopów. Zna zasady interferometrii radiowej i syntezy apertury. Zna zalety i wady pojedynczych anten radiowych i systemów interferometrycznych.	AIK_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	samodzielnie przygotować, zaplanować oraz przeprowadzić obserwacje radioastronomiczne emisji ciągłej oraz spektroskopowe. Potrafi kalibrować sygnał radiowy. Potrafi dokonać redukcji (opracowania) danych obserwacyjnych, ocenić ich jakość.	AIK_K2_U07
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	samodzielnego wyszukiwania potrzebnych informacji.	AIK_K2_K02
K2	etycznego postępowania podczas zajęć.	AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Historia radioastronomii i początki radioastronomii w Polsce (z uwzględnieniem OAUJ w Krakowie). 2. Wstęp ogólny: zakresy fal radiowych; zależność Plancka; prawo przesunięć Wiena; przybliżenie dla fal radiowych – wzór Rayleigha-Jeansa. 3. Podstawowe pojęcia i wielkości: jasność promieniowania EM; strumień i moc promieniowania; charakterystyka kierunkowa promieniowania anteny; kąt bryłowy anteny, kąt bryłowy listka gł. charakterystyki anteny; współczynnik wykorzystania powierzchni anteny i współczynnik wykorzystania wiązki anteny; temperatura jasnościowa promieniowania; temperatura antenowa; obserwowany strumień promieniowania; splot, funkcja korelacyjna i konwolucyjna; dekonwolucja (rozplatanie); podstawowe związki. 4. Emisja i absorpcja promieniowania: emisja fal EM; absorpcja promieniowania; emisjapromieniowania z absorpcją wewnętrzną; promieniowanie zewnętrzne z wewnętrzną emisją i absorpcją promieniowania. 5. Polaryzacja: elipsa polaryzacji; polaryzacja częściowa; parametry Stokesa; stopień polaryzacji; pomiary polaryzacji. 6. Wpływ atmosfery ziemskiej na odbiór fal radiowych: refrakcja; ekstynkcja; scyntyllacje. 7. Anteny do detekcji fal radiowych i ich charakterystyki: dipol Hertza; anteny typu Yagi-Uda; podstawowe typy anten stosowanych w radioastronomii; przykłady. 8. Zdolność rozdzielcza anteny i czułość radioteleskopu. Zakres pracy radiometru. 9. Odbiorniki radioastronomiczne: heterodynowy „total-power” - jednokanałowy, wielokanałowy; przełączane typu Dicke'a i Grahama; odbiorniki interferometrów - addytywne, korelacyjne, z przełączaniem faz. Kalibracja odbiorników. 10. Sposoby prowadzenia obserwacji radioastronomicznych: pomiar współrzędnych na niebie i całkowitego strumienia źródła dyskretnej anteną z pojedynczą i z podwójną wiązką. 11. Teoria interferometru: źródła punktowe; funkcja korelacyjna i strumień obserwowany; siatka 2 anten; interferometr z przełączaną fazą; prosty interferometr addytywny; teoria siatki n-źródeł punktowych; przykłady interferometrów. 12. Promieniowanie ciągłej apertury: natężenie pola elektrycznego ciągłej apertury; transformacja Fouriera między rozkładem pola na aperturze a natężeniem pola w dalekiej zonie; przykłady rozkładów pola; własności funkcji $E(\phi)$. 13. Synteza apertury: zasady syntezy; zalety i wady syntezy apertury; podstawowe związki; mierzona moc a rozkład jasności; syntetyzowana wiązka układu anten; procedura obserwacji metodą syntezy; metody odtwarzania rozkładu jasności. 14. Obrazowanie radioźródeł: podstawowe składniki mapy radiowej. 15. Promieniowanie wodoru neutralnego: struktura nadsubtelna atomu wodoru; efekt Dopplera; odkrycie emisji wodoru; rotacja i krzywa rotacji Galaktyki; zastosowanie pomiarów HI do badania dynamiki innych galaktyk. 16. Radiowe przeglądy nieba. 17. Wyzwania współczesnej radioastronomii.</p>	W1, U1, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Warunkiem podejścia do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia ćwiczeń co najmniej na ocenę 3.0. Przedmiot uznaje się za zaliczony jeśli student uzyska z egzaminu co najmniej ocenę 3.0.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Obecność i punktualność na ćwiczeniach obowiązkowe. Obowiązuje terminowość składania sprawozdań. Szczegółowe ustalenia co do warunków zaliczenia będą miały miejsce na pierwszych zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	40
przygotowanie do egzaminu	19
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1		x
K1	x	x
K2		x

Nazwa przedmiotu Fizyka ośrodka międzygwiazdowego		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw fizyki i astronomii ogólnej oraz aparatu matematycznego przewidywanego tokiem studiów I stopnia w zakresie nauk ścisłych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu jest przypomnienie/uporządkowanie podstawowych pojęć i zagadnień z astrofizyki ogólnej oraz fizyki atomowej i cząsteczkowej, a następnie ich uszczegółowienie przy uwzględnieniu ekstremalnych warunków fizyko-chemicznych panujących w ośrodku międzygwiazdowym. Słuchacze powinni poznać szczegóły metod badawczych oraz charakterystycznych parametrów fizycznych składowej dyfuzyjnej w Galaktyce i innych galaktykach. Studenci powinni nabyć zdolność interpretowania wyników eksperymentów pomiarowych w różnych zakresach widma EM oraz umiejętność zastosowania zdobytej wiedzy w praktyce poprzez rozwiązywanie nowych i złożonych problemów.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z zakresu fizyki ośrodka międzygwiazdowego pozwalające na rozpoczęcie pracy badawczej. Student zna i rozumie współczesne techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz zasady planowania obserwacji dot. ośrodka międzygwiazdowego.	AIK_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz potrafi oceniać rzetelność pozyskanych informacji.	AIK_K2_U08
U2	samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne zachodzące w ośrodku międzygwiazdowym poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu. Student potrafi umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych z fizyki ośrodka międzygwiazdowego.	AIK_K2_U04
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	formułowania pytań służących poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AIK_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Kurs Fizyki Ośrodka Międzygwiazdowego obejmuje jeden semestr wykładów i ćwiczeń. Zawiera szczegółową dyskusję procesów fizycznych zachodzących w tym ośrodku, opis jego struktury oraz jej dynamicznych przemian. Tematyka zajęć podzielona jest na kilkanaście spójnych bloków zagadnień dotyczących fizyki ośrodka międzygwiazdowego obejmujących fazy: jego odkrywania, poznania mechanizmów podstawowych procesów fizycznych zachodzących w ISM oraz wzajemnych relacji poszczególnych jego frakcji z uwzględnieniem ich dynamicznych przemian. Omawiane i interpretowane są najnowsze wyniki badań w zakresie fal EM, promieniowania kosmicznego i „egzotycznych form materii”. Zakres tematów: 1. Rozwój poglądów dot. kształtu, budowy i rozmiarów Galaktyki. 2. Metody (historyczne), które doprowadziły do odkrycia ISM w Galaktyce. 3. Przesłanki obserwacyjne świadczące o istnieniu ISM (etapy odkrywania). 4. Linia neutralnego wodoru 21 cm. 5. Globalna charakterystyka ISM w Galaktyce (masa, średnie gęstości, skład chemiczny, itp.). 6. Ekstynkcja międzygwiazdowa. 7. Sposoby wykrywania materii międzygwiazdowej. 8. Absorpcja i rozpraszanie światła gwiazd. 9. Szerokości linii (szerokość naturalna, poszerzenie Dopplera) 10. Sposoby wykrywania materii międzygwiazdowej – daleki UV i promieniowanie X. 11. Optyczne linie emisyjne HII. 12. Optyczne linie emisyjne przejścia rotacyjne molekuł CO, OH, H₂CO. 13. RM i DM w ISM Galaktyki. 14. Promieniowanie generowane przez pył. 15. Pochodzenie pyłu. 16. Obserwacje pyłu w IR. 17. Wpływ zjawisk gwałtownych na ISM – rejony HII. 18. Wpływ zjawisk gwałtownych na ISM – otoczki supernowych. 19. Zjawiska grawitacyjne w ISM. 20. ISM w galaktykach dyskowych – globalne charakterystyki. 21. ISM w galaktykach dyskowych – obserwacje w H_α i HI. 22. ISM w galaktykach dyskowych – obserwacje radio continuum (RC) i C. 23. ISM w galaktykach dyskowych – korelacje RC-IR, RC-I_CO. 24. ISM w galaktykach dyskowych – radialne profile gęstości. 25. ISM w galaktykach dyskowych – azymutalne rozkłady gęstości. 26. ISM w galaktykach dyskowych – asymetrie rozkładu gazu. 27. ISM w galaktykach dyskowych – pola prędkości dysków (diagram-pajaka, krzywe rotacji). 28. ISM w galaktykach eliptycznych – korelacje opt.-B, X, RC. 29. Gaz międzygalaktyczny. 30. Emisja z ośrodka międzygalaktycznego w gromadach galaktyk. 31. ISM w Galaktyce – interpretacja wykresów (I, v) dla HI i CO. 32. ISM w Galaktyce – dysk centralny i centrum Galaktyki. 33. ISM w Galaktyce – dysk środkowy i zewnętrzny. 34. ISM w Galaktyce – emisja dyfuzyjna: IR, H_α, RC, gamma, X. 35. ISM w Galaktyce – pole magnetyczne w Galaktyce. 36. Promieniowanie kosmiczne (PK) – obserwacje, skład, widmo (ogólnie). 37. Promieniowanie kosmiczne – szczegółowa charakterystyka widma. 38. Promieniowanie kosmiczne – porównanie składu ilościowego pierwiastków w PK ze składem pierwiastków w US, ISM. 39. Promieniowanie kosmiczne – źródła PK, izotropia. 40. Promieniowanie kosmiczne – PK typu UHERC, efekt GZK. 41. Ciemna Materia (DM) – zjawiska świadczące o istnieniu DM, proponowany skład DM. 42. Ciemna Materia – prędkości rotacji galaktyk. 43. Ciemna Materia – obiekty typu MACHO – sposoby wykrywania. 44. Ciemna Materia – masy dynamiczne gromad galaktyk. 45. Ciemna Materia – najnowsze badania (przykłady: gromada 1E0657-56; struktura „warp” Galaktyki; VIRGOHI21, próba detekcji aksjonów).</p>	W1, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Zaliczenie ćwiczeń jest warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu ustnego. Warunkiem zaliczenia semestru jest uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń oraz egzaminu ustnego.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, prezentacja	Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa. Szczegółowe ustalenia co do warunków zaliczenia będą miały miejsce na pierwszych zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	40
przygotowanie do egzaminu	15
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 116
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę	prezentacja
W1	x	x	
U1	x		x
U2	x	x	x
K1			x

Nazwa przedmiotu Pracownia magisterska		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć konsultacje: 15	Liczba punktów ECTS 18	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	problematykę związaną ze swoją pracą magisterską	AIK_K2_W05, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wykonać rachunki i badania związaną ze swoją pracą magisterską	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	obrony pracy magisterskiej	AIK_K2_K01, AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Napisanie pracy magisterskiej	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

Przygotowanie pracy magisterskiej

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konsultacje	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
konsultacje	15
przygotowanie pracy dyplomowej	440
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 455
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 15

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Hydrodynamika		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 15	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	poznanie podstaw mechaniki ośrodków ciągłych na przykładzie hydrodynamiki
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawy mechaniki ośrodków ciągłych na przykładzie hydrodynamiki	AIK_K2_W01
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	zastosować równania hydrodynamiki w astrofizyce i kosmologii	AIK_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	pracy badawczej w zakresie astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Ośrodek ciągły: zakres stosowalności tego przybliżenia. Problem sił w ośrodku	W1, U1, K1
2.	Tensorowy charakter sił w ośrodku ciągłym. Siła trakcji i tensor naprężeń Cauchy'ego.	W1, U1, K1

3.	Sześcian Cauchy'ego i czworościan Cauchy'ego.	W1, U1, K1
4.	Gradient deformacji i tensor małych odkształceń. Prawo Hooke'a i moduł Younga. Równanie konstytutywne dla idealnego elastycznego ciała stałego Hooke'a. Uogólnione prawo Hooke'a ze stałymi Leme.	W1, U1, K1
5.	Gradient prędkości płynu i tensor szybkości deformacji. Relacja Naviera-Poissona jako równanie konstytutywne dla idealnej cieczy lepkiej Newtona. Współczynniki lepkości dynamicznej i lepkości objętościowej.	W1, U1, K1
6.	Ścisłość cieczy: gęstość wody na dnie Rowu Mariańskiego. Jakość przybliżenia cieczy nieściśliwej. Konstrukcja pełnego układu równań hydrodynamiki: równanie ciągłości, równanie ruchu Naviera-Stokesa, równanie energii wraz z członem dyssypacyjnym, kinetyczne równanie stanu materii, prawo Fouriera transportu ciepła, ciepłne równanie stanu.	W1, U1, K1
7.	Barotropowe równanie stanu cieczy powodem odszczepienia się równań mechanicznych i termicznych dla cieczy. Przybliżenie cieczy nieściśliwej	W1, U1, K1
8.	Przykład rozwiązania równania Naviera-Stokesa (wraz z równaniem ciągłości) dla prostego stacjonarnego przepływu cieczy. Rola gradientu ciśnienia, lepkość jako tarcie.	W1, U1, K1
9.	Nieściśliwa ciecz bez lepkości. Równanie Eulera i prawo Bernoulliego.	W1, U1, K1
10.	Fizyczne konsekwencje prawa Bernoulliego. Wyjaśnienie generacji siły nośnej skrzydła samolotu.	W1, U1, K1
11.	Ruch wirowy płynu. Cyrkulacja jako miara wirowości. Wir typu rigid-body i wir bezrotacyjny. Prawo Kelvina o zachowaniu cirkulacji.	W1, U1, K1
12.	Powstawanie wirów. Prawo Bjerknesa. Wiry w atmosferze, tornada, wiry morskie.	W1, U1, K1
13.	Skalowanie równań hydrodynamicznych. Liczba Reynoldsa. Przepływ turbulentny	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zdanie egzaminu na co najmniej 3.0
ćwiczenia	zaliczenie	ćwiczeń nie ma

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	15
przeprowadzenie badań literaturowych	65
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 110

Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45
-----------------------------------	----------------------------

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Seminarium magisterskie II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne, Astronomia, Informatyka techniczna i telekomunikacja
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	wyniki pracy magisterskiej swojej i kolegów	AIK_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	krytycznie oceniać prezentacje swoje i kolegów	AIK_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	poprawnego oddzielania własnych wyników i od cytowanych wyników innych autorów.	AIK_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Student prezentuje postępy w swojej pracy magisterskiej	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie	prezentacja co najmniej jednokrotna postępów w pracy magisterskiej

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie pracy dyplomowej	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
K1	x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Seminarium doktoranckie z fizyki jądrowej
i cząstek elementarnych

Nazwa przedmiotu Seminarium doktoranckie z fizyki jądrowej i cząstek elementarnych		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Seminarium doktoranckie z fizyki jądrowej i cząstek elementarnych		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 60	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu fizyki jądrowej, cząstek elementarnych oraz astrofizyki.	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	samodzielnie przygotować i przedstawić referat.	AIK_K2_U09

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Doktoranci prezentują zagadnienia związane z ich pracą doktorską, w tym dotychczasowe wyniki prowadzonych przez nich prac badawczych.	W1, U1
2.	Uczestniczący w seminarium studenci studiów II stopnia prezentują referaty, których tematyka ustalana jest indywidualnie, stosownie do zainteresowań studenta.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie	Aktywne uczestnictwo w seminarium, wygłoszenie referatu.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	60
przygotowanie referatu	25
konsultacje	2
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 87
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wybrane zagadnienia astrofizyki wysokich energii

Nazwa przedmiotu Wybrane zagadnienia astrofizyki wysokich energii		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Wybrane zagadnienia astrofizyki wysokich energii		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astrofizyka i kosmologia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość matematyki (całki, pochodne), znajomość podstaw fizyki.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest poznanie procesów emisji w astrofizyce wysokich energii i tego, w jaki sposób wiąże się to z niektórymi tematami, takimi jak teoria i obserwacje rozbłysków gamma (GRB).
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	posiada poszerzoną wiedzę z matematyki oraz fizyki pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami właściwymi dla astronomii i astrofizyki wysokich energii. Student zna i rozumie metody budowy modeli matematycznych w astronomii i astrofizyce wysokich energii , oraz zasady ich weryfikacji w oparciu o dane obserwacyjne Student zna i rozumie posiada dobrą orientację w aktualnych kierunkach rozwoju astronomii i astrofizyki wysokich energii. Student zna i rozumie zna współczesne techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz zasady planowania obserwacji w astronomii.	AIK_K2_W05, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	potrafi mówić o złożonych zagadnieniach astronomiczno-astrofizycznych ogólnie zrozumiałym językiem oraz przedstawić w sposób popularny najnowsze wyniki odkryć dokonanych w ramach swojej i pokrewnych specjalności. Student potrafi samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne oraz astronomiczne poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu Student potrafi umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych z fizyki i astronomii	AIK_K2_U01, AIK_K2_U07, AIK_K2_U08
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:		
K1	formułować pytania służące poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy transferu radiacyjnego, podstawowy teorii pól promieniowania, kinematyka relatywistyczna, emisja synchrotronowa, rozpraszanie Comptona	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, seminarium, burza mózgów, wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, metody e-learningowe, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę, prezentacja, egzamin pisemny / ustny	Obecność na wszystkich wykładach. Zaprezentowanie minimum dwóch tematów teoretycznych. Zdanie egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja	Rozwiązanie minimum czterech ćwiczeń przy tablicy.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	20
przygotowanie do zajęć	20
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	17
pozyskanie danych	2
analiza problemu	1

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia			
	zaliczenie na ocenę	prezentacja	egzamin pisemny / ustny	wyniki badań
W1	x	x	x	x
U1	x	x	x	x
K1		x		x